

Caractérisation lithostratigraphique, morphoscopique et granulométrique des sédiments du substratum de la baie du banco, Abidjan, basse Côte d'Ivoire

Diby Ferdinand YAO*, Fori Yao Paul ASSALE, N'Goran Jean Paul YAO,
Ulrich Michael BROU et Zeli Bruno DIGBEHI

Université Félix Houphouët Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources minières, Laboratoire Géosciences des Environnements Sédimentaires et des Energies, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

(Reçu le 19 Juillet 2022 ; Accepté le 14 Septembre 2022)

* Correspondance, courriel : dibyisra@gmail.com

Résumé

Les différentes analyses lithostratigraphique, sédimentométrique et granulométrique effectuées sur les déblais du substratum de la baie du banco ont pour objectif la caractérisation de cette baie. Cette étude vise une meilleure connaissance du substratum de la baie du banco qui est la zone de construction du quatrième pont d'Abidjan. La dispersion des sédiments sur le diagramme ternaire GSB a permis de distinguer cinq (5) types de sédiments répartis par ordre d'abondance : les sables graveleux (36,31 %), les sables (35,12 %), les sables boueux (22,37 %), les sables bouo-graveleux (4,17 %) et les sables graveleux-boueux (3,87 %). La subsurface de la baie du banco est formée d'une épaisse couche de silts grossiers à très grossiers d'épaisseur pouvant atteindre 20 m. ces faciès silteux sont également observés en fin de forage entre 78 et 80 m de profondeur à partir du plancher lagunaire. Les principaux minéraux rencontrés sont le quartz, la kaolinite, les micromicas, la pyrite et de glauconite. L'analyse morphoscopique des grains révèle une forte proportion des grains de quartz anguleux à subanguleux, émoussés luisants indiquant une source proximale et un transport des sédiments en milieu aqueux. Les sables sont moyens à grossiers, unimodaux dans leurs ensembles, médiocrement classés et symétriquement positifs. Ces résultats constituent des outils de prises de décision pour les ingénieurs dans le cadre des travaux de génie civil sur la lagune Ebrié et surtout une base de données majeure pour une meilleure connaissance du substratum de la baie du banco qui appartient au système lagunaire Ebrié.

Mots-clés : *lithostratigraphie, sédimentométrie, morphoscopie, granulométrie, Baie du Banco.*

Abstract

Lithostratigraphic, morphoscopic and granulometric characterization of the substratum sediments of banco bay, Abidjan, lower Cote d'Ivoire

The different lithostratigraphic, sedimentometric and granulometric analyzes carried out on the cuttings of the substratum of the Banco Bay aim to characterize this bay. This study aims at a better knowledge of the substratum of Banco bay which is the construction area of the fourth bridge of Abidjan. The dispersion of

sediments on the GSB ternary diagram made it possible to distinguish five (5) types of sediments distributed in order of abundance: gravelly sands (36.31 %), sands (35.12 %), muddy sands (22.37 %), muddy-gravelly sands (4.17 %) and muddy-gravelly sands (3.87 %). The subsurface of Banco Bay is made up of a thick layer of coarse to very coarse silts up to 20 m thick. These silty facies are also observed at the end of drilling between 78 and 80 m depth from the lagoon floor. The main minerals encountered are quartz, kaolinite, micromicas, pyrite and glauconite. Morphoscopic analysis of the grains reveals a high proportion of angular to subangular quartz grains, blunt glistening indicating a proximal source and transport of sediments in an aqueous medium. The sands are medium to coarse, unimodal as a whole, poorly graded and symmetrically positive. These results constitute decision-making tools for engineers in the context of civil engineering works on the Ebrié lagoon and above all a major database for a better knowledge of the substratum of the Banco bay which belongs to the Ebrié lagoon system.

Keywords : *lithostratigraphy, sedimentometry, morphoscopy, granulometry, Banco Bay.*

1. Introduction

Les bassins sédimentaires présentent un intérêt socio-économique et scientifique important. Ils renferment les ressources hydro-énergétiques, des substrats sédimentaires utiles à la fabrication de biens de consommation et d'un point de vue scientifique, permettent la reconstitution paléoenvironnementale [1]. Certains bassins sédimentaires dans le monde sont aussi le siège de promotion des infrastructures de développement avec la construction des ponts pour relier les grandes agglomérations. Pour ne pas rester en marge de cet élan de développement, la Côte d'Ivoire a élaboré dans le PND 2016-2020, un vaste programme de promotion des infrastructures routières avec la construction des ponts. Le projet de construction du 4ème pont d'Abidjan et de ces accès routiers en est une parfaite illustration. Ce pont est installé sur le bassin sédimentaire précisément au niveau de la baie du Banco. Plusieurs études ont été réalisées sur le bassin sédimentaire ivoirien [2 - 4]. Ces études ont permis une meilleure connaissance du bassin sédimentaire ivoirien. Des études ont été également menées sur les formations de l'Est du bassin onshore ivoirien [5] ainsi que sur les dépôts de subsurface d'Abidjan nord [6]. En ce qui concerne les lagunes de Côte d'Ivoire, les travaux ont porté essentiellement sur les sédiments superficiels de la lagune Potou au Sud-Est ivoirien [7], de la baie d'Abouabou [8] et du chenal Est de la lagune Ebrié [9]. La majeure partie des études effectuées au niveau de la baie du Banco porte sur le niveau de pollution à travers les paramètres physique et chimique [10, 11]. En ce qui concerne les travaux sur les sédiments du substratum de la lagune Ebrié et plus précisément de la baie du Banco, très peu d'information sont disponibles parce que le bassin sédimentaire côtier ne présente pas d'intérêt pétrolier. Par contre, le bassin sédimentaire offshore a fait l'objet de plusieurs recherches en raison des grandes découvertes d'hydrocarbures [12 - 15]. Or la connaissance préalable du substratum devant porter un pont en particulier celui du quatrième pont d'Abidjan apparaît comme une exigence pour prévenir les affaissements éventuels dus à la présence de couches plastiques dans cette subsurface. L'objectif de cette étude est de caractériser le substratum de la baie lagunaire du Banco à partir des déblais issus du projet de construction de ce pont. Il s'agira d'identifier les différents facies lithologiques, d'établir une corrélation entre les puits afin de dégager les grandes unités, d'identifier la minéralogie et la morphoscopie des grains de quartz et enfin, de déterminer les différents paramètres granulométriques des sables traversés.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

Le matériel est constitué essentiellement d'échantillons de cinq (5) sondages carottés exécutés dans la baie du Banco (**Figure 1**) dans le cadre du projet de construction du 4ème pont d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Deux (2) sondages carottés seront utilisés dans le cadre de cet article. Il s'agit du forage DIBY-2 et du forage DIBY-3.

- Le forage DIBY-2 a une profondeur totale de 80 m et une élévation de 10,37 m. Il a pour coordonnées géographiques X = 590174, 303 et Y = 385015,274.
- Le forage DIBY-3 a une profondeur totale de 80 m et une élévation de 9,40 m. Il a pour coordonnées X = 590236,894 et Y = 385082,206.

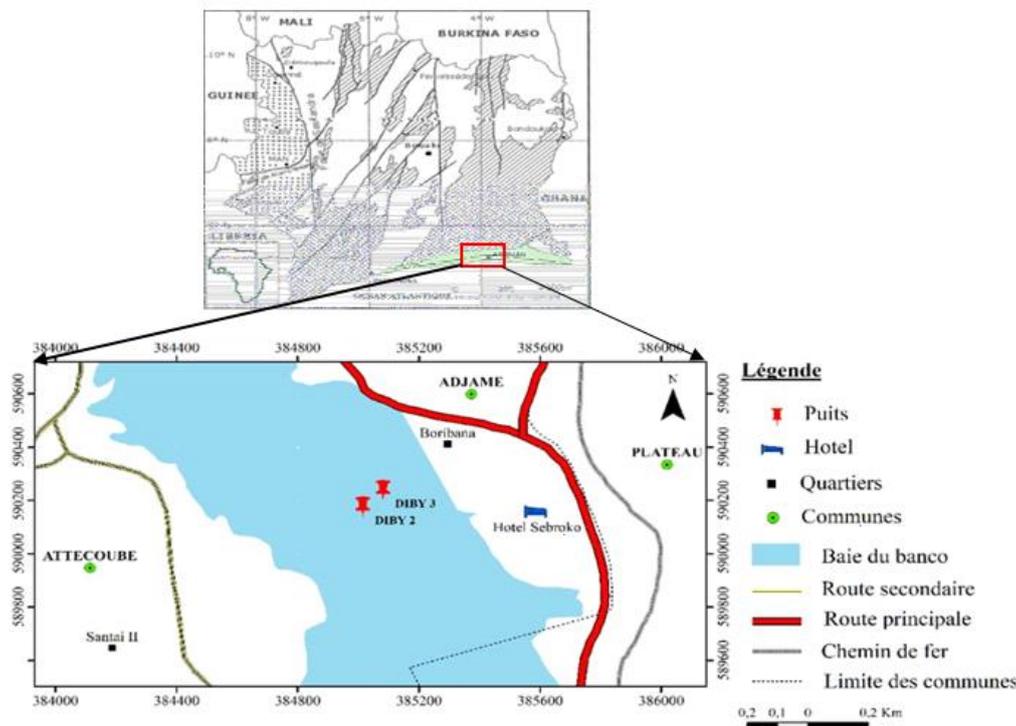


Figure 1 : Localisation des sondages étudiés

2-2. Méthodes

L'analyse de ces déblais portera sur la description macroscopique, la granulométrie des fractions sableuses et argileuses, la dispersion des sédiments sur le diagramme ternaire Gravier -Sable - Boue (GSB), la morphoscopie des grains de quartz et la détermination des paramètres granulométriques (la moyenne, l'écart type, le classement, le mode, l'asymétrie et l'aplatissement).

2-2-1. La description macroscopique

Cette analyse consiste à décrire les échantillons secs en déterminant l'aspect meuble ou consolidé des échantillons, la couleur à l'œil nu. Le test à 10 % à l'HCL pour mettre en évidence la présence des minéraux carbonatés ou non.

2-2-2. Une estimation des classes granulométriques

Cette phase consiste en un premier temps à un prélèvement de 150g d'échantillons. Cette masse sera tamisée avec de l'eau afin de faire passer la fraction fine au travers des tamis. Le tamisage est effectué au travers d'un ensemble de deux tamis à maille décroissante (2 mm - 0,063 mm). Les rudites et les arénites sont séchés à la température ambiante entre 25 et 30°C pendant environ 72h. Pour les lutites, on laisse les sédiments décantés pendant 24h puis on effectue un siphonage. Après ces différents traitements et séchage, on procède au calcul du pourcentage de chaque classe granulométrique dans chaque échantillon lavé. Sur la base de ces différentes classes, un nom sera attribué au sédiment selon le diagramme ternaire G.S.B (Gravier-Sable-Boue) [16].

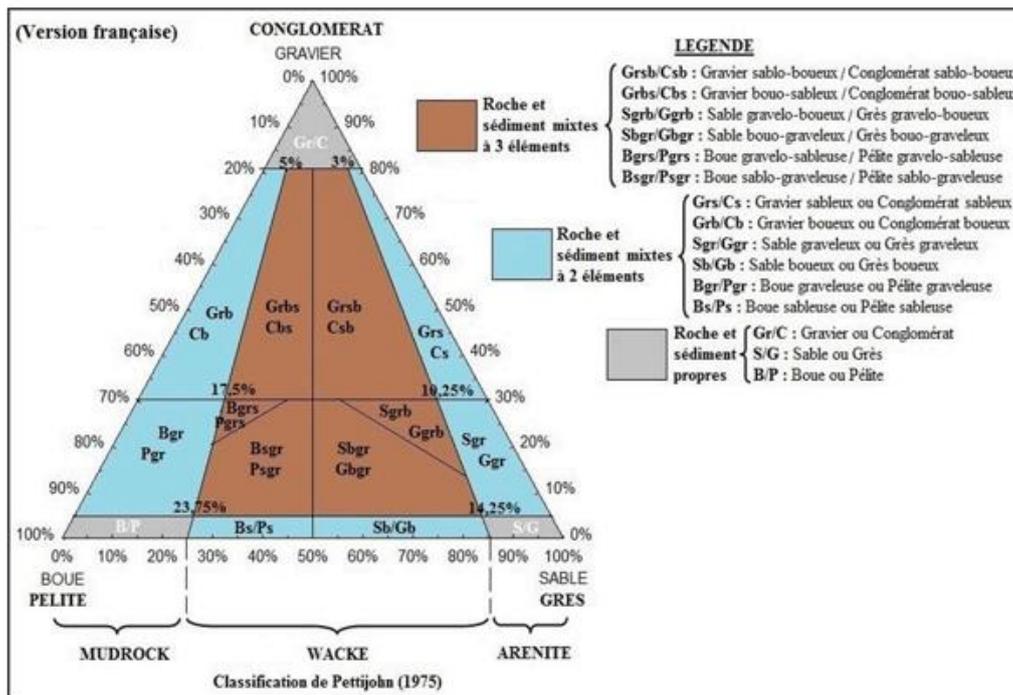


Figure 2 : Diagramme ternaire GSB de la classification des sédiments et roches mixtes (gravier, sable et boue)

2-2-3. La granulométrie de la fraction sableuse

Elle s'effectue selon celle d'Udden-Wentworth (US Standard). 100 g de sables secs sont tamisés au travers d'une colonne de six (6) tamis de mailles décroissantes 2000 µm, 1000 µm, 500 µm, 250 µm, 125 µm et 62,5 µm (≈ 63 µm). Les refus de chaque tamis sont pesés pour déterminer la proportion de chaque fraction dans l'échantillon.

2-2-4. La granulométrie des argiles ou sédimentométrie

40g d'échantillon de lutite sont recueillis dans un bol de 250 mL dans lequel 125 mL de l'agent dispersant (hexamétaphosphate sodium) y sont déversés. Après un mélange manuel pour une homogénéité totale de la solution, Une lecture au densimètre est effectuée aux temps suivant : 30s, 1 min, 2 min, 5 min, 8 min, 15 min, 30 min, 1h et 24h. La température du mélange est prise en début d'analyse (30 secondes), en suite à 15 minutes, à 1heure et à 24 heures qui marque la fin de l'analyse pour un échantillon. Cette analyse permet de donner le pourcentage de silt et d'argile dans chaque échantillon à partir de leur courbe cumulative [16].

2-2-5. Les paramètres granulométriques

La moyenne arithmétique, la classe modale, l'écart type, l'asymétrie et l'aplatissement sont déterminés à partir de la méthode statistique des moments. Ces paramètres ont été interprétés selon les postulats adoptés par les auteurs [17, 18].

3. Résultats

3-1. Lithologie des déblais de la baie du banco

3-1-1. Description lithologique du puits DIBY-2

La dispersion des sédiments issus des déblais du forage DIBY-2 sur le diagramme ternaire GSB permet de distinguer quatre (4) types de sédiments à savoir : les sables, les sables boueux, les sables graveleux et les sables graveleux-boueux.

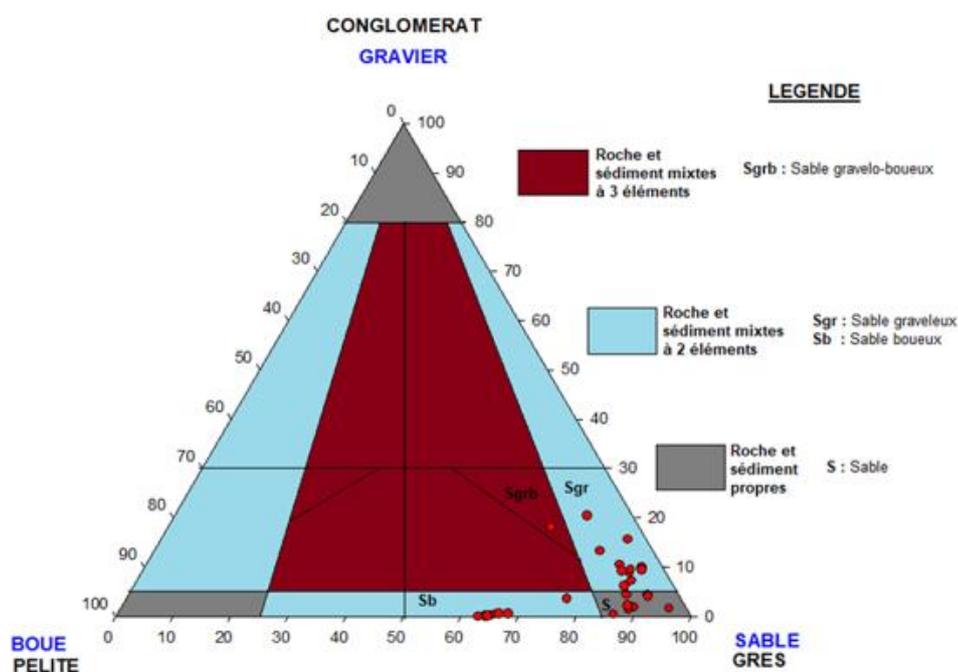


Figure 3 : Répartition des déblais du forage DIBY-2 sur le diagramme ternaire GSB

3-1-1-1. Lithologie des sédiments propres

Les sables constituent le seul type de sédiment propre dans ces sédiments (**Figure 4A**). Ce sont des sables quartzeux représentant 28,57 % des sédiments avec des épaisseurs variant de 2 à 18 m. Ces sables sont de couleurs variées allant de la couleur jaune, rose sombre, orangé, et rougeâtres. Les grains de quartz sont blancs translucides, émoussés luisants et présentent les formes très anguleuses à subarrondies (**Figure 4B**). Les proportions relatives de matrice et de gravier dans ces sables sont respectivement de (3,07-13,4 %) et (0,43-4,44 %).

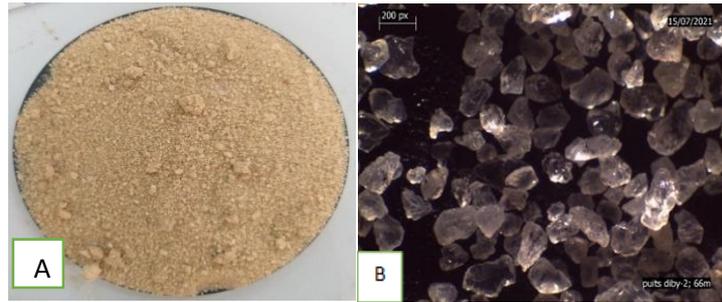


Figure 4 : *Sable jaune (A); quartz très anguleux à subarrondis (B)*

3-1-1-2. Lithologie des sédiments mixtes à deux éléments

Ces sédiments sont composés par ordre d'abondance de sable graveleux (39,29 %) et des sables boueux (28,57 %). Les sables graveleux (**Figure 5A**) ont une épaisseur variant de 0,5 à 18 m et alternent le plus souvent avec des sables quartzeux et sont de couleurs belges et rougeâtres. Les grains de quartz à la loupe binoculaire sont majoritairement anguleux à subanguleux avec quelques formes arrondies. Ils sont majoritairement blanchâtres avec quelques grains roses, translucides et émoussés luisants (**Figure 5B**). La proportion de matrice dans ces sables graveleux varie de (3,27 à 9,27 %) tandis que celle des sables varie de (71,67 à 86,64 %). La proportion des graviers quant à elle varie de (6,21 à 20,4 %).

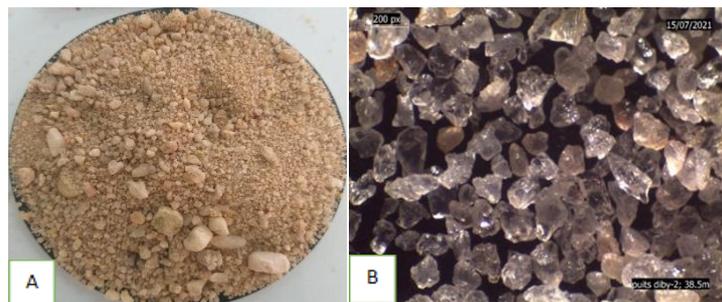


Figure 5 : *Sable graveleux belge (A); Quartz très anguleux à arrondis (B)*

Les sables boueux (**Figure 6A**) se présentent sous deux fractions : la fraction sableuse constituée principalement de grains de quartz tandis que la matrice est constituée d'argile. Ces sables boueux rougeâtres entre 20 à 5,5 m de profondeur se composent de grains de quartz très anguleux, anguleux, subanguleux et quelques rares formes subarrondies et arrondies. Ces grains sont majoritairement blanchâtres, orangés et translucides (**Figure 6B**). Le pourcentage de gravier dans les sables boueux reste inférieur à 4 %. Les pourcentages de sables et de matrice sont respectivement compris entre (62,93 et 76,56 %) et entre (19,87 et 37,07 %).

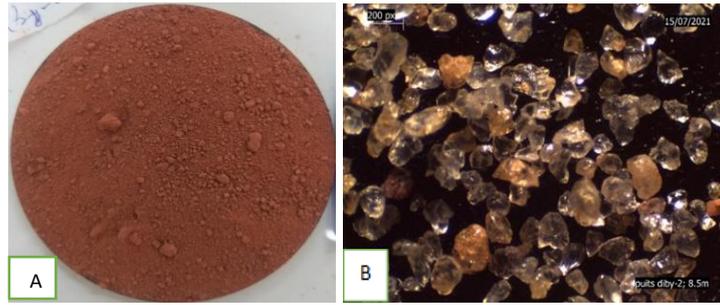


Figure 6 : *Sable boueux rougeâtre (A); Quartz anguleux à subanguleux (B)*

3-1-1-3. Lithologie des sédiments mixtes à trois éléments

Ce type de sédiment mixte contient à la fois du sable, du gravier et de la boue (sable graveleux-boueux ; **(Figure 7A)**). Il représente 03,57 % des sédiments du puits DIBY-2 et se situe à la profondeur allant de 40 à 38,5 m. Il est composé par ordre d'abondance de sable (66,59 %), de gravier (18,01 %) et de la boue (15,4 %). Les grains de quartz observés à la loupe binoculaire sont majoritairement blancs avec quelques grains de quartz roses. Ils sont translucides et émoussés luisants **(Figure 7B)**. Les grains de quartz sont de formes anguleuses, subanguleuses, subarrondies et quelques rares formes arrondies.

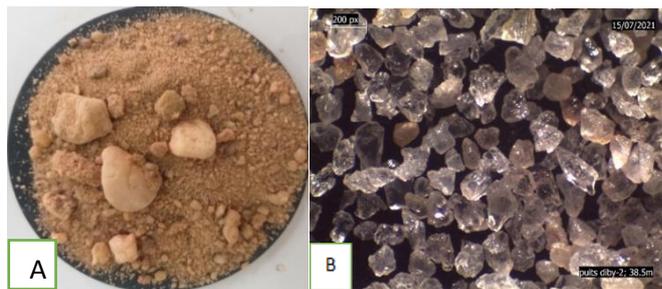


Figure 7 : *Sable graveleux-boueux brun (A); Quartz très anguleux à arrondis (B)*

La fraction graveleuse (2 et 4 mm) est constituée de grains de quartz présentant des formes subanguleuses et de couleur beige. Ce sont des graviers fins à moyen.

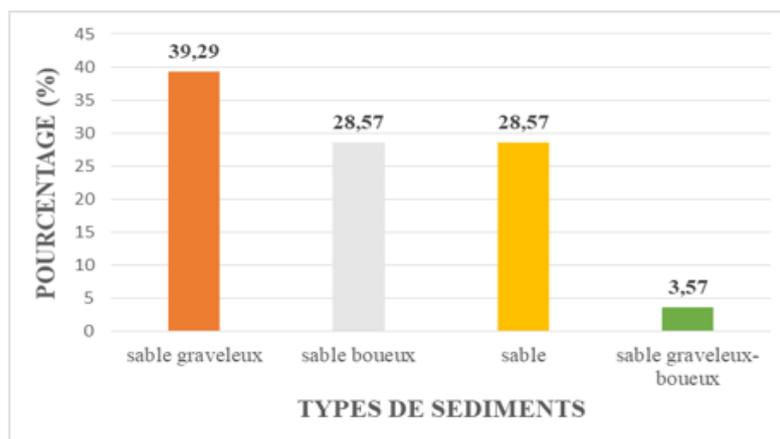


Figure 8 : *Proportions relatives des différents types de sédiment dans le forage DIBY-2*

3-1-1-4. Lithostratigraphie du puits DIBY-2

La description macroscopique des sédiments du sondage DIBY-2 permet de retenir 3 lithologies principales. On a l'argile noire, les kaolins, les sables. Les argiles noirâtres sont situées en fin de forage (80-78 m), en subsurface (35-20 m) et en début de forage (5,5-0 m). Le test à l'HCL est négatif et on rencontre des traces de pyrites. Les kaolins bariolés rose sombre se rencontrent entre 78-76 m. Les kaolins bariolés se trouvent aux profondeurs de 52-50 m et 38-37 m. On retrouve le kaolin rose entre 69 et 66 m et le kaolin rose sombre à la profondeur de 46 à 45 m. Les sables moyens à grossiers sont de plusieurs couleurs et se situent à différentes profondeurs. Les sables moyens à grossiers roses se retrouvent aux profondeurs de 76-71 m ; 70-69 m ; 66-63 m ; 50-46 m et 43-41 m. Les sables roses sombre moyens à grossiers se situent entre 62,5 et 52 m. Les sables rougeâtres moyens à grossiers sont rencontrés de 45 à 43 m ; 41 à 40 m et de 20 à 5,5 m. Les sables moyens de couleur jaune à la profondeur de 71 à 70 m et de couleur orange de 37 à 35 m.

3-1-2. Description lithologique du puits DIBY-3

La dispersion des sédiments issus des déblais du sondage DIBY-3 sur le diagramme ternaire GSB permet de distinguer (5) cinq types de sédiments. Ce sont les sables, les sables boueux, les sables graveleux, les sables graveleux boueux et les sables bouo-graveleux.

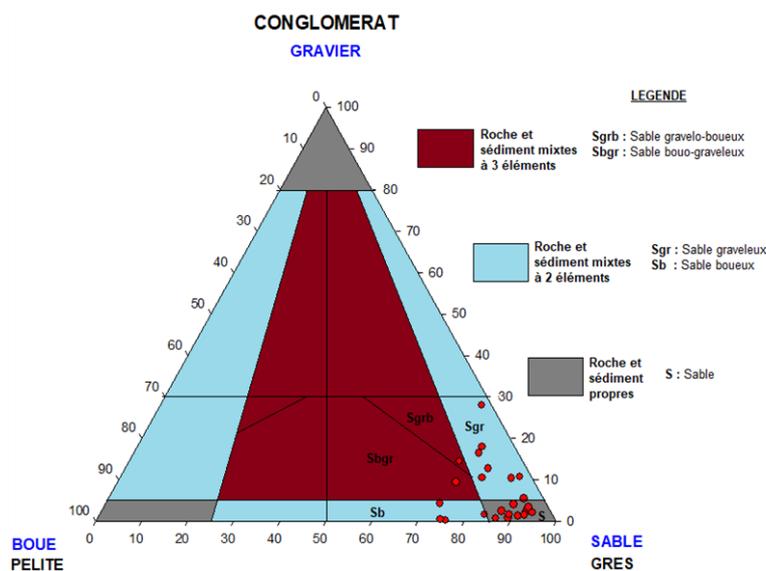


Figure 9 : Répartition des déblais des forages DIBY-3 sur le diagramme ternaire GSB

3-1-2-1. Lithologie des sédiments propres

Cette lithologie présente un seul type de sédiment à savoir le sable qui fait 41,67 % des sédiments (Figure 10A). Ce sable est constitué principalement de grains de quartz. Les épaisseurs des sables dans ce forage sont considérables et varient de 2 à 10 m. Les différentes couleurs observées sont : les sables rougeâtres, les sables orangés, les sables roses et les sables belges. Les différentes formes des grains de quartz observées sont : les grains très anguleux, anguleux, subanguleux, subarrondis et arrondis. Les formes qui dominent dans le sédiment sont les formes très anguleuses et subanguleuses. Les grains de quartz sont émoussés luisants et translucides. Ils sont majoritairement blancs et on y observe quelques rares grains roses (Figure 10B). Les proportions relatives de matrice et de gravier dans ces sables sont respectivement (4,2-12,86 %) et (0,69-4,02 %).

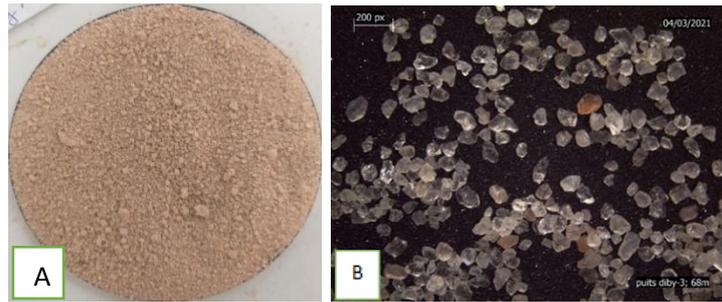


Figure 10 : *Sable rose (A); Quartz très anguleux à subanguleux (B)*

3-1-2-2. Lithologie des sédiments mixtes à deux éléments

Ces sédiments sont composés par ordre d'abondance de sables graveleux (33,33 %) et de sables boueux (16,67 %). Les sables graveleux (**Figure 11A**) ont des épaisseurs qui varient de 2 à 12 m dans le puits DIBY-3. Ils s'alternent le plus souvent avec les sables et les sables boueux. Ils sont violets, belges et roses et majoritairement grossiers. Les graviers sont fins à moyens (2 mm à 5 mm). Les grains de quartz sont roses dans l'ensemble avec quelques grains blancs, émoussés luisants dominés par les formes très anguleuses, anguleuses et subanguleuses (**Figure 11B**). La proportion de matrice varie de (2,2 à 10,87 %) et celle de sable de (69,84 à 90,29 %). La proportion de gravier est par contre comprise entre (5,51 et 17,98 %).

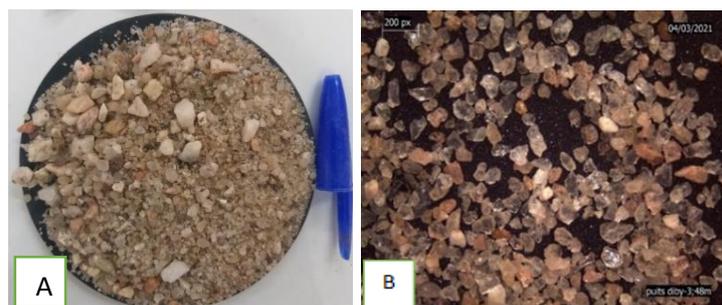


Figure 11 : *Sable graveleux belge (A); Quartz roses très anguleux à subanguleux (B)*

Les sables boueux présentent une fraction sableuse constituée essentiellement de grains de quartz et une autre fraction constituée de la matrice. Ces sables boueux (**Figure 12A**) s'observent dans la subsurface du puits DIBY-3 entre 18 et 0 m mais également à différentes profondeurs (44-42 m) ; (74-72 m) ; (80-78 m). Ils sont de couleur rose, orange et grise. Les grains de quartz dans la fraction sableuse sont blancs translucides (**Figure 12B**). Ils ont tous un aspect émoussé luisant et sont très anguleux, anguleux à subanguleux avec quelques rares formes subarrondies.



Figure 12 : *Sable boueux gris (A); Quartz anguleux à subarrondis (B)*

Ces sables boueux sont dispersés sur des épaisseurs allant de 18 à 2 m. Le pourcentage de gravier dans les sables boueux reste compris entre 0,15 et 4,22 %. Les pourcentages de matrice et de sables sont respectivement compris entre 14,8 et 24,93 % et entre 72,64 et 83,6 %.

3-1-2-3. Lithologie des sédiments mixtes à trois éléments

Ces sédiments mixtes sont les sables bouo-graveleux et les sables graveleux-boueux représentés dans les mêmes proportions à savoir 04,17 %. Les sables bouo-graveleux (**Figure 13A**) sont situés uniquement dans l'intervalle de 30 à 18 m de couleur variable. Les sédiments gris de 27 à 18 m, les sédiments rougeâtres de 29 à 27 m et les sédiments belges de 30 à 29 m. Dans la fraction sableuse on distingue des grains de quartz blancs translucides et des grains de quartz blancs laiteux avec un aspect émoussé luisant (**Figure 13B**). Ces grains sont majoritairement anguleux à subanguleux à côté de quelques grains subarrondis à arrondis.

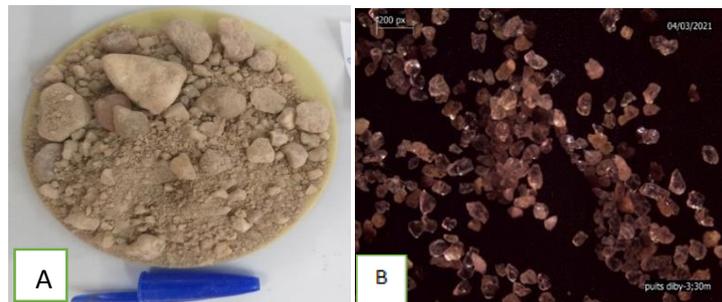


Figure 13 : *Sable bouo-graveleux belge (A) ; Quartz très anguleux à subarrondis (B)*

La fraction boueuse provient des déblais de kaolins. Les graviers, sont majoritairement composés de grains de quartz laiteux subanguleux de taille fine à moyenne. Les sables bouo-graveleux renferment par ordre d'abondance : du sable (73,51 %), de la boue à (17,06 %) et du gravier (9,42 %). Les sables graveleux-boueux (**Figure 14A**) ne sont présents qu'entre 36 à 34 m de profondeur. Avec une couleur orangée, ces sédiments sont composés par ordre d'abondance de sables (71,77 %), de graviers (14,49 %) et de matrice (13,73 %). Dans la fraction sableuse, les grains de quartz sont blancs translucides et roses. Ils ont des formes très anguleuses, anguleuses à subanguleuses avec un aspect émoussé luisant (**Figure 14B**).

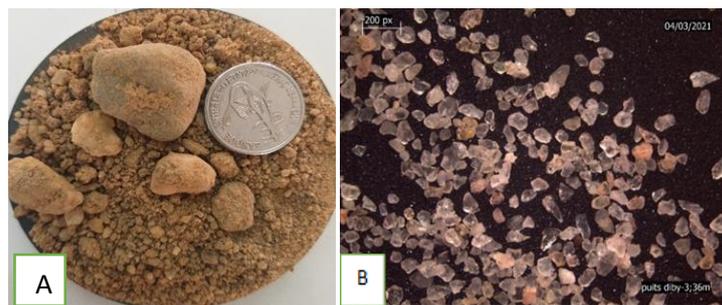


Figure 14 : *Sables graveleux-boueux bruns (A) ; Grains de quartz très anguleux à subarrondis (B)*

La fraction graveleuse (2 mm à 3 cm) est fine à grossière. La fraction boueuse est constituée de la matrice.

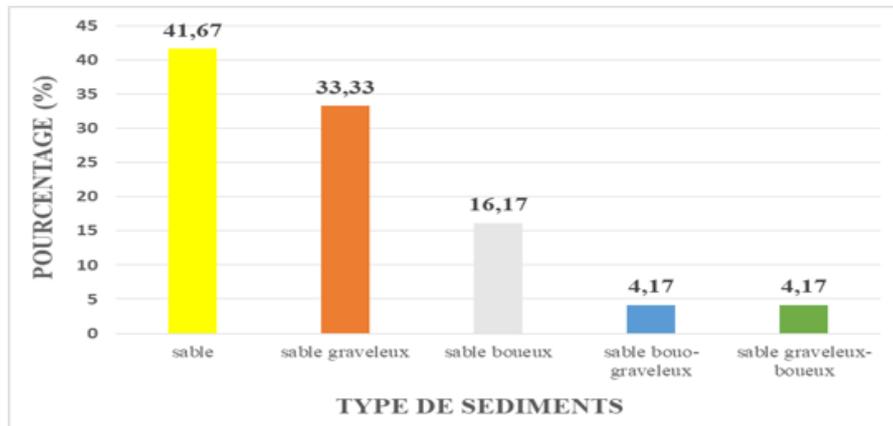


Figure 15 : Proportions relatives des différents types de sédiment dans le forage DIBY-3

3-1-2-4. lithostratigraphie du puits DIBY-3

La description macroscopique du sondage DIBY-3 permet de retenir les lithologies suivantes : les argiles, les sables, les sables graveleux, les graviers et les kaolins. Les argiles de couleur grise à sombre sont observées à la fin du forage (81-79 m) et en début de forage (27-0 m). La granulométrie des argiles grises en fin de forage comme en début de forage indique que ces argiles sont des silts grossiers à très grossiers. Les sables dans ce forage sont les plus représentatifs dans l'ensemble des sédiments étudiés. Ces sables quartzeux présentent plusieurs couleurs selon leurs profondeurs dans le forage. On a les sables de couleur belge (31-30 m); les sables rougeâtres (34-31 m); Les sables roses aux profondeurs de (38-37 m), (69-62 m), (78-77 m); Les sables orangés aux profondeurs suivantes : (40-38 m), (46-44 m), (72-69 m), (77-76 m). Quant aux sables violets, on les retrouve à une seule profondeur (60-58 m). Les sables graveleux sont présents sur plusieurs profondeurs. L'on observe des sables graveleux roses à la profondeur de 63 à 61 m. Les sables graveleux orange se situent aux profondeurs (57-53 m) et (35,75-33 m). Les sables graveleux belges se présentent entre 31 et 29 m et les sables graveleux rougeâtres sont entre 29 et 27 m de profondeur. Les graviers de couleurs diverses se retrouvent aux profondeurs suivantes. Les graviers violets sont aux profondeurs de 61 à 57 m et de 53 à 51 m. Les graviers de couleur orange se situent entre 49,2 et 45 m. On a deux types de kaolin. Les kaolins roses et les kaolins blancs. Les kaolins roses se situent aux profondeurs de (75,2-75 m); (65-63 m); (37-37,75 m). Les kaolins blancs sont observés à la profondeur de (51-49,2 m).

3-1-3. Synthèse lithostratigraphique des déblais issus du substratum de la baie du Banco

La corrélation des logs lithologiques des puits a permis d'identifier trois grandes unités :

- **Unité 1** : cette unité est constituée principalement de silts grossiers à très grossiers en fin de forage. Ces silts de couleur noirâtre dans le forage DIBY-2 sont plus riches en matière organique (56,83 %) tandis que dans le forage DIBY-3 les silts de couleur grise sont moins riches en matière organique (1,91 %). Ces silts micromicacées présentent des microdébris carbonés et des débris de végétaux. Elles sont non calcaires et on y trouve des traces de pyrite.
- **Unité 2** : c'est l'unité la plus importante au niveau de la baie du banco. Elle est constituée d'épaisses couches de sables moyens à grossiers observées dans les deux puits étudiés. Ces dépôts sableux sont très importants avec des épaisseurs pouvant atteindre 15 m d'épaisseur dans le puits DIBY-2. Ces dépôts sableux présentent diverses couleurs au niveau de cette baie. On a les sables roses, les sables rose sombre, les sables belges, les sables violets, les sables orange et les sables rougeâtres.

On observe la présence des dépôts de graviers fin à grossiers de couleurs belge et violet dans le puits Diby-3 tandis que dans le puits DIBY-2 on a une absence de gravier. Les kaolins bariolés, les kaolins roses et les kaolins sombres sont présents dans les deux puits. Le kaolin de couleur blanchâtre est observé uniquement dans le puits DIBY-3. Il a dû être érodé dans le puits DIBY-2.

- Unité 3** : cette unité est constituée d'argile avec les dépôts vaseux en surface au début des forages. La granulométrie des argiles indique que cette couche argileuse constitue des silts grossiers à très grossiers. Ces silts déterminés dans les lutites de la baie du banco ont une épaisseur qui évolue de 5,5 m à 27 m. Les formations silteuses de couleur noirâtre observées dans le forage DIBY-2 contiennent de la matière organique avec un taux de 12,9 %. Dans le forage DIBY-3, les silts de couleur grise ont un taux de 8,4 % de matière organique. On observe la formation d'une lentille de sable au niveau de la subsurface de la baie du banco. Cette lentille est observée dans le puits DIBY-2 et tend à disparaître dans le puits DIBY-3. Les différentes formations silteuses dans cette unité sont micromicacées et contiennent des débris brunâtres de végétaux. L'on observe accessoirement des microdébris carbonés et des traces de glauconite et de pyrite.

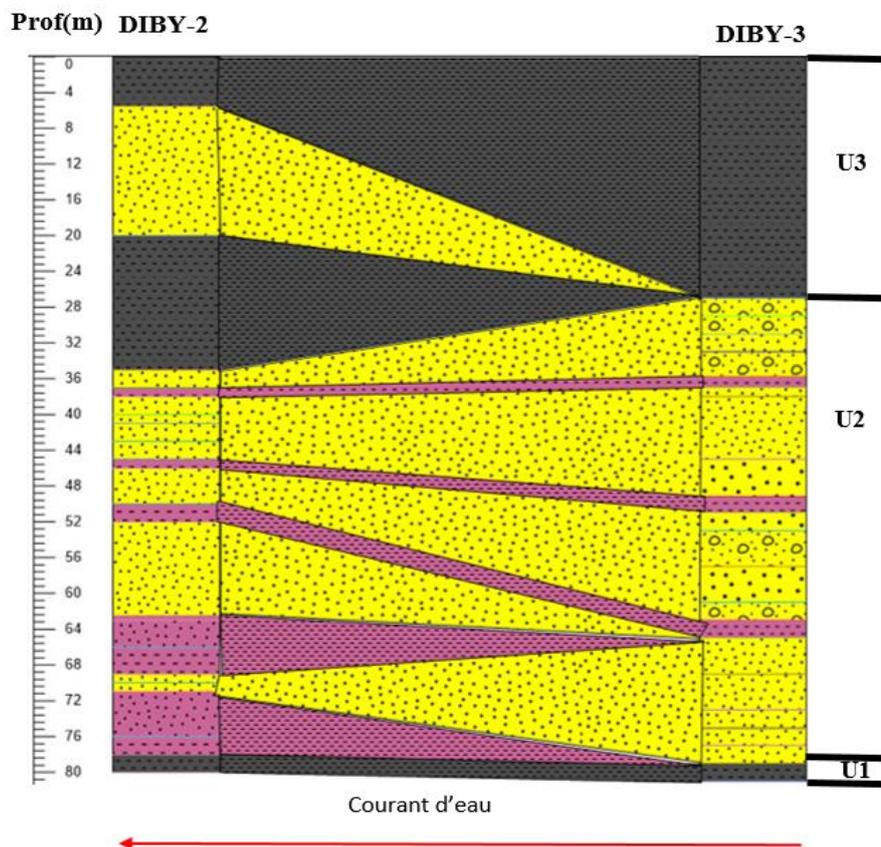


Figure 16 : Corrélation lithostratigraphique des forages de la baie du banco

3-2. Granulométrie des déblais du substrat de la baie du banco

3-2-1. Paramètres granulométriques du forage DIBY-2

Les moyennes granulométriques des sables indiquent que les sables grossiers représentent 90,48 % des sédiments. Les sables moyens ont une faible proportion (9,52 %) et ne sont présents qu'à deux côtes : 14 m et 18 m. On distingue deux types de mode à savoir la courbe unimodale avec une proportion de 96,42 %.

Quant à la courbe bimodale, elle est présente à 20 m de profondeur avec un pourcentage de 3,57 %. L'écart type traduit des sables médiocrement classés (96,42 %) à moyennement classés (3,58 %). Les sables sont symétriquement positifs ($g_1 > 0$) ce qui traduit que le pic de la courbe se trouve dans les tailles inférieures des sédiments. Les différentes valeurs de l'aplatissement (g_2) donnent deux types de kurtosis. Les sables qui ont une courbe platikurtique (57,14 %) des sédiments sont identifiés uniquement dans les sables grossiers médiocrement classés. Les sables leptokurtiques (42,86 %) sont caractéristiques des sables grossiers moyennement classés, les sables grossiers médiocrement classés et les sables moyens médiocrement classés.

3-2-2. Paramètres granulométriques du forage DIBY-3

Les moyennes granulométriques des sables permettent de distinguer les sables grossiers dominant largement les sédiments (91,66 %) et les sables moyens (8,34 %) qui ne sont présents qu'à deux profondeurs à savoir 44 m et 80 m. Les courbes unimodales sont mieux représentées avec une proportion de (85,71 %) contrairement aux courbes bimodales (14,29 %) identifiées aux cotes de 44 m, 58 m et 80 m. L'histogramme de classement présente les sables moyennement classés (25 %) présents aux cotes suivantes : 46 m, 48 m, 60 m, 68 m et 80 m. Ensuite les sables médiocrement classés avec une forte proportion (75 %) qu'on rencontre principalement dans les sables grossiers. Les valeurs du skewness (g_1) permettent de déterminer uniquement des sables symétriquement positifs ($g_1 > 0$) dont le pic de la courbe est dans les tailles inférieures des sédiments. Les différentes valeurs de l'aplatissement (g_2) donnent deux types de kurtosis. Une courbe dite platikurtique qui représentent (75 %) dont les sédiments sont identifiés principalement dans les sables grossiers moyennement classés à médiocrement classés. Quant aux sables leptokurtiques (25 %), ils sont caractéristiques des sables grossiers moyennement à médiocrement classés et des sables moyens moyennement classés.

4. Discussion

4-1. Lithostratigraphie du substratum de la baie du banco

La sédimentation de la baie du banco est constituée de sable, de sables graveleux, de graviers, des kaolins et des argiles de couleur grise à noire contenant de la matière organique. La sédimentométrie effectuée sur ces argiles en début et en fin de forage indique que ce sont les silts grossiers à très grossiers avec des concentrations de matière organique variables selon la couleur de ces silts. Les silts noirâtres sont riches en matière organique avec un taux atteignant parfois 56,83 % et les silts grisâtres ont un faible taux de matière organique n'excédant pas les 08 %. Les travaux effectués dans la baie d'Abouabou [18] et dans le chenal Est de la lagune Ebrié [9] ont permis d'identifier les sables et les vases comme la sédimentation du système lagunaire Ebrié. Ces lithologies ont été également identifiées dans la baie du banco qui appartient au système lagunaire Ebrié. Les travaux réalisés sur les sédiments superficiels de la lagune côtière au Bénin ont mis en évidence une couverture de type aréno-lutitique au fond de cette lagune [20]. Cette lithologie observée au fond de la lagune du Bénin est également observée au fond de la lagune Ebrié. La profondeur d'investigation dans le cadre de notre étude contrairement aux études [9, 19, 20] a permis d'identifier en plus des sables et des vases, les sables graveleux, les graviers et les kaolins. Les sables moyens à grossiers en passant par les graviers témoignent d'un paléocourant moyen à fort dans la baie. La présence des dépôts de kaolin dans le milieu indique également une variation du courant d'eau. Les sables graveleux et les graviers sont observés dans le puits DIBY-3 tandis que dans le puits DIBY-2 on a uniquement les sables moyens à grossiers ce qui suggère que la direction dominante du courant d'eau se faisait du puits DIBY-3 au puits DIBY-2. Les différentes couleurs rose claire, rose, jaune, orangé et rouge des sédiments sableux indiquent la présence d'oxyde et

d'hydroxyde de fer dans le milieu. Les couleurs des sédiments évoluant du rose clair, rose, rose sombre, orangé à jaune traduisent la présence de minéraux d'hydroxyde de fer (goethite ou limonite) évoluant dans un milieu suboxydé à oxydé [21]. Les sédiments rougeâtres témoignent de la présence de l'oxyde de fer et indique également un milieu continental oxydé sous un paléoclimat semi-aride [5]. Les épaisses séries sableuses associées aux kaolins traduisent le comblement d'un chenal creusé dans les plaines d'inondation continentale [5]. Les silts noirâtres à grisâtres contenant des microdébris carbonés, de débris de végétaux et des traces de pyrite suggèrent un dépôt dans un milieu continental réducteur propice à la préservation de la matière organique. Les traces de glauconites observées dans ces niveaux argileux témoignent de l'influence marine au niveau de la baie. Les minéraux dominants cette baie sont le quartz, la kaolinite et les micas. Ces résultats confirment l'étude sur le système lagunaire ivoirien menée par [22]. Les grains de quartz majoritairement anguleux à subanguleux, émoussés luisants caractéristiques d'un transport aqueux indiquent que la principale source pourvoyeuse de ces sédiments n'est pas éloignée du milieu de dépôt conformément aux travaux de [7].

4-2. Granulométrie des sables de la baie du banco

Les sables grossiers dominent largement les sables de la baie du banco avec un pourcentage de plus de 91,07 % à côté des sables moyens qui font 08,93 %. Les sables sont moyens dans la baie d'Abouabou [19], moyens à très grossiers dans le chenal Est de la lagune Ebrié [9]. La lagune Potou située au niveau du littoral ivoirien présente des grains moyens à fin [23]. Ces différents résultats indiquent une granulométrie moyenne, grossière à très grossière et un paléocourant qui évolue moyennement à fortement dans le système lagunaire Ebrié. Les sables moyennement à médiocrement classés des sédiments de la baie du banco sont également mis en évidence dans le bassin sédimentaire côtier ivoirien [24]. Les courbes unimodales dominent largement dans les puits ce qui traduit une seule source principale pourvoyeuse de clastiques dans la baie. Les courbes bimodales à certaines profondeurs dans les forages suggèrent deux sources pourvoyeuses de sédiments. Les sables ont une asymétrie positive dans l'ensemble ce qui indique que le pic se retrouve dans les tailles inférieures des sédiments particulièrement dans les sables moyens.

5. Conclusion

L'étude des sédiments du substratum lagunaire de la baie du Banco à l'emplacement du 4eme pont d'Abidjan, met en évidence sept faciès lithologiques. Il s'agit des sables, des sables graveleux, des sables boueux, des sables bouo-graveleux, des sables gravelo-boureux, les kaolins et les silts de couleur grise à noire. La subsurface de la baie du banco est formée d'une épaisse couche de silts grossiers à très grossiers d'épaisseur pouvant atteindre 20 m. ces faciès silteux sont également observés en fin de forage entre 78-80 m de profondeur à partir du fond lagunaire de la baie. Les minéraux identifiés sont le quartz, la kaolinite, les débris carbonés, les traces de pyrite et de glauconite. Les minéraux carbonatés sont absents dans les sédiments étudiés. Les grains de quartz sont majoritairement anguleux à subanguleux émoussés luisants témoignant d'un court transport par l'eau. Les sables grossiers dominent largement les sédiments et sont unimodaux, médiocrement classés et symétriquement positifs.

Références

- [1] - A. H. BOGA, T. E. WANGO, K. C. YAO, A. C. AKOBE, A. S. COULIBALY, S. MONDE, " Mise en évidence des phases majeures de sédimentation dans le dépôt des formations sédimentaires de l'est du bassin sédimentaire tertiaire - quaternaire onshore de Côte d'Ivoire par l'étude de Stone-line", *International journal of development research*, Vol. 07, Issue 09, September (2017) 14972 - 14980
- [2] - K. AKA, La sédimentation quaternaire sur la marge de Côte d'Ivoire : Essai de modélisation", Thèse Doctorat Etat ès Sciences Naturelles, Univ Cocody, Abidjan (1991) 320 p.
- [3] - Z. B. DIGBEHI, K. AFFIAN, S. MONDÉ, K. B. K. POTHIN and K. AKA, " Analyse sédimentologique de quelques faciès du continental terminal ", *Bioterre* vol 2, N°1 (2001) 71 - 84
- [4] - S. MONDE, " Nouvelles approches de la cartographie du plateau continental de la Côte d'Ivoire: aspects morphologiques et sédimentologiques", Thèse Doctorat, Univ Cocody, Abidjan (1997)
- [5] - F. ASSALE, " Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations sédimentaires connexes à la faille des lagunes (Est du bassin onshore de Côte d'Ivoire) ", Thèse de doctorat, Univ F.H.B Abidjan (2013) 349 p.
- [6] - E. DIANGONE, K. C. YAO, B. T. J. G. IRIE, S. MONDE, Z. B. DIGBEHI, "Caractérisation des sédiments superficiels de la lagune Potou (sud-est de la Côte d'Ivoire) en période d'étiage", *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, Vol. 9 Issue 10 Séries I (2020) 29 - 38
- [7] - N. J. P. YAO, J. M. K. GBANGBO, G. R. BIE, Z. B. DIGBEHI, "Essai de corrélation sédimentologique et paléoenvironnement des dépôts de subsurface d'Abidjan nord (sud de la Côte d'Ivoire)", *BIOTERRE, Revue Internationale Sciences de la terre*, vol. 14, (2014)
- [8] - M. TOURE, A. Y. N'GUESSAN, E. K. KONAN, "Etude géochimique des sédiments superficiels d'une baie lagunaire et son impact sur l'environnement : cas de la baie d'Abouabou (lagune Ebrié) Côte d'Ivoire", *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(5) October (2018) 2371 - 2380
- [9] - B. T. J. G. IRIE, A. V. WOGNIN, A. M. AKA, A. M. L. KANDO, A. S. COULIBALY, S. MONDE ET K. AKA, " caractérisation sédimentologique et minéralogique des dépôts superficiels du chénel est de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) ", *BIOTERRE, Rev. Inter. Sciences de la Terre*, Vol. 15, (2015)
- [10] - G. SORO, B. S. METONGO, N. SORO, E. K. AHOUSI, F. K. KOUAME, S. G. P. ZADE, T. SORO, " Métaux lourds (Cu, Cr, Mn et Zn) dans les sédiments de surface d'une lagune tropicale africaine : cas de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) ", *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3(6) December (2009) 1408 - 1427
- [11] - S. K. AKPO, P. J. M. OUATTARA, M.G. EBA, S. OUFFOUET, L. COULIBALY, "Etat de la pollution fécale dans les baies de la lagune Ebrié (Banco, Cocody et M'Badon) à Abidjan, Côte d'Ivoire", *J. Mater. Environ. Sci.* 7 (2) (2016) 621 - 630
- [12] - C. L. KOFFI, " Stratigraphie séquentielle des dépôts du crétacé de la marge de San-Pedro : paléoenvironnement et potentiel pétrolière", Thèse de doctorat, Univ F.H.B, Abidjan (2017) 208 p.
- [13] - A. F. A. KOUAO, "Apport des diagraphies à la reconstruction électrofacio-séquentielle des dépôts crétacés : paléoenvironnement et eustatisme du bassin ivoirien", Thèse de doctorat, Univ F.H.B, Abidjan (2017) 163 p.
- [14] - B. A. EGORAN, "Apport de la stratigraphie séquentielle dans la caractérisation des cortèges de dépôt dans un système pétrolier (roche réservoir et couverture) de la marge d'Abidjan", Thèse de doctorat, Univ F.H.B, Abidjan (2017) 148 p.
- [15] - I. B. OUATTARA, " Impacts de la crise biologique intermédiaire du cénomanien-turonien dans le golfe de guinée : cas du bassin sédimentaire de côte d'ivoire, à partir des études sédimentologique, géochimique, chimiostatigraphique et palynostatigraphique", Thèse de doctorat, Univ F.H.B, Abidjan (2017) 219 p.

- [16] - ASSALE et AKA, " Conception de diagrammes ternaires de classification des sédiments et roches sédimentaires mixtes clastiques terrigènes", *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 26, N°4, July (2019) 1193 - 1202
- [17] - R. FOLK and W. WARD, " Brazors rivers bars, a study in significance of grain size parameters", *J. Sedim. Petrol*, Vol. 27 (1957) 13 - 27
- [18] - B. LOSSON et J. CORBONNOIS, " Les modes de sédimentation détritique : nouvelle méthode de déterremplissages endokarstiques", *GEOLOGICA BELGICA*, Vol. 9, N° 3-4, (2006) 257 - 265
- [19] - A. M-L. KANDO, N. J. P. YAO, B. T. J. G. IRIE, A. F. KOUAME, A. S. COULIBALY, S. MONDE, K. KOUAME, " Processus sédimentaires et paléoenvironnement des formations détritiques et terrigènes de la Baie d'Abouabou (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire)", *European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X / 1450 - 202X* Vol. 147 N°4 November (2017) 433 - 445
- [20] - E. M. TOSSOU, A. R. ADECHINA, B. J. HOUNKPE, C. N. KELOME, B. A. SY, A. T. DIAW, "Analyse granulométrique et cartographie des sédiments superficiels de la lagune côtière au Benin (Afrique de L'Ouest)", *European Scientific Journal*, edition Vol.15, N°24 August (2019)
- [21] - P. M. MYROW, " Colors of sedimentary rocks In : Encyclopedia of Earth Sciences Series : Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks ", *GERARD V. M. Editions Springer*, Canada (2003) 159 - 161
- [22] - J. P. TASTET et D. GUIRAL, Géologie et sédimentologie. In " Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire", Tome II, les milieux lagunaires, Ed. ORSTOM (1994) 35 - 58
- [23] - Y. A. N'GUESSAN, K. E. KONAN, E. DIANGONE, T. E. WANGO, K. AFFIAN, S. MONDE, " Caractérisation sédimentologique des facies sableux de la lagune Potou (littoral de la Côte d'Ivoire) ", *BIOTERRE, Revue inter. Sciences de la Terre*, © Editions Universitaires de Côte d'Ivoire, Vol. 13, (2013)
- [24] - J. C. N'ZI, M. TOURE, N. J. P. YAO, R. A. KOUASSI, Z. B. DIGBEHI, K. AKA, " Caractérisation sédimentologique et minéralogique des formations tertiaires du bassin onshore de la région d'Abidjan, Côte d'Ivoire", *Esj*. Vol.14, N°18 (2018) 218 p.