

**CARACTÉRISATION SÉDIMENTOLOGIQUE ET  
MINÉRALOGIQUE DES FORMATIONS DU  
TERTIAIRE-QUATERNAIRE DE LA RÉGION D'ABIDJAN NORD  
(SUD DE LA CÔTE D'IVOIRE)**

**Jean-Michel Kouadio GBANGBOT<sup>1\*</sup>, Fori Yao Paul ASSALE<sup>2</sup>  
et Kouadio Cyrille YAO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*UFR Environnement, Laboratoire des Sciences et Technologies de  
l'Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa,  
BP 150, Côte d'Ivoire*

<sup>2</sup>*UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire de  
Géologie Marine et de Sédimentologie, Université Félix Houphouët Boigny  
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

---

\* Correspondance, e-mail : [gbangbotjeanmichel@yahoo.fr](mailto:gbangbotjeanmichel@yahoo.fr)

## **RÉSUMÉ**

Des déblais de trois forages implantés à Abidjan Nord (Adjamé-Yopougon-Abobo) ont fait l'objet d'études sédimentologiques et minéralogiques dans ce travail. L'étude sédimentologique a été appréciée en tenant compte de la lithologie, de la granulométrie, du mode de transport et de l'environnement de dépôt des sédiments, tandis que la minéralogie s'est faite sur les argiles à travers la diffraction des rayons X (DRX). La lithologie a révélé la présence de faciès sableux, sablo-argileux et argileux tous recouverts de la terre de barre. La granulométrie indique des sables grossiers, assez bien à mal classés, présentant une asymétrie vers les éléments grossiers ainsi qu'une symétrie granulométrique. Les paramètres granulométriques indiquent une évolution sigmoïde, traduisant une origine fluviale ou de dune de dépôts accumulés selon un mode de transport dominé par la saltation. La DRX indique que la kaolinite est le minéral le plus dominant, tandis que l'illite et la smectite sont en infime proportion.

**Mots-clés :** *sédimentologie, minéralogie, diffraction, kaolinite.*

**ABSTRACT****Sedimentological and mineralogical characterization of the Tertiary-Quaternary formations of the North Abidjan region (southern Côte d'Ivoire)**

Cuttings from three drilling located of North Abidjan (Adjamé-Yopougon-Abobo) were the subject of sedimentological and mineralogical studies in this work. The sedimentological study was evaluated taking into account the lithology, the granulometry, the mode of transport and the sediment deposition environment, while the mineralogy was done on the clays through X-ray diffraction (XRD). The lithology revealed the presence of sandy, sandy clay and clay facies all covered with bar earth. The grain size indicates coarse sands, fairly well to poorly graded, with asymmetry towards coarse elements as well as grain size symmetry. The granulometric parameters indicate a sigmoidal evolution, reflecting a fluvial or dune origin of accumulated deposits according to a mode of transport dominated by saltation. XRD indicates that kaolinite is the most dominant mineral, while illite and smectite are in the lowest proportion.

**Keywords :** *sedimentology, mineralogy, diffraction, kaolinite.*

**I - INTRODUCTION**

Depuis la découverte des premiers indices d'hydrocarbures dans sa partie orientale dans les années 1900, le bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire est devenu le siège de plusieurs campagnes de recherches scientifiques et pétrolières. Mais les nombreux résultats obtenus ne concernent que les données portant sur les dépôts crétacés qui présentaient un intérêt pétrolier. Les données sur le Tertiaire-quaternaire sont donc rares à l'image de quelques travaux disponibles en littérature [1 - 3]. Cependant, quelques orientations ont été indiquées sur la transition Mio-Plio-Quaternaire par [4] dans la localité de Bingerville. Aussi [5] ont permis de faire une révision des formations de Fresco à l'Ouest du bassin, tout comme [6], qui, de son côté a identifié à Adjamé, Abobo, Yopougon, Assinie et Bingerville, l'origine et préciser les facteurs et les phénomènes qui interviennent dans le transport et le dépôt des sédiments dans le Sud-Est du bassin onshore. De plus, avec [7, 8], on a pu comprendre la distribution des cortèges sédimentaires dans la partie Est du bassin, notamment à Alépé, Bonoua, Adiaké, Eboinda, Samo. Tandis que [9, 10] ont pu identifier la composition minéralogique des argiles par DRX dans la région d'Anyama et d'Abidjan. Malgré tous ces résultats, le bassin sédimentaire ivoirien n'a pas encore livré tous ces secrets. C'est dans ce cadre, que la présente étude est

menée à Abidjan Nord. A partir d'une approche sédimentologique et minéralogique, des indications sur les formations du Tertiaire-Quaternaire seront données et permettront de déduire les implications paléoenvironnementales. L'objectif de ce présent travail est de connaître les environnements de dépôt du district d'Abidjan Nord, à partir de l'analyse sédimentologique et minéralogique des déblais de trois puits (Adjamé-Yopougon-Abobo). Les corrélations lithostratigraphiques établies dans cette partie du bassin côtier permettront de mieux apprécier leur évolution sédimentaire au cours du Tertiaire supérieur.

## II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

### II-1. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude située entre 3° et 4° de longitude Ouest et 5° et 5°30 de latitude Nord (*Figure 1*), appartient à la région des lagunes du bassin sédimentaire onshore de la Côte d'Ivoire. Trois puits ont été réalisés à Adjamé (1), Yopougon (1) et Abobo (1) dont les coordonnées sont consignées dans le *Tableau 1*. Le bassin sédimentaire ivoirien représente la partie Septentrionale des bassins du Golfe de Guinée. Il comporte une partie émergée (bassin onshore) et une partie immergée (bassin offshore). Le bassin onshore d'âge crétacé-cénozoïque est traversé d'Est en Ouest par une importante faille normale plus ou moins parallèle à la côte, la "faille des lagunes" [11 - 13]. Dans cette partie du bassin, la sédimentation est moins épaisse au nord de la faille et plus épaisse au sud.

**Tableau 1 :** *Coordonnées géographiques des puits*

Localité	Longitude (W)	Latitude (N)	Puits
ABIDJAN	04°01'38.2''	05°22'37.2''	Adjamé (P1)
	04°03'52.3''	05°21'38.3''	Yopougon (P2)
	04°02'56.7''	05°26'04.8''	Abobo (P3)

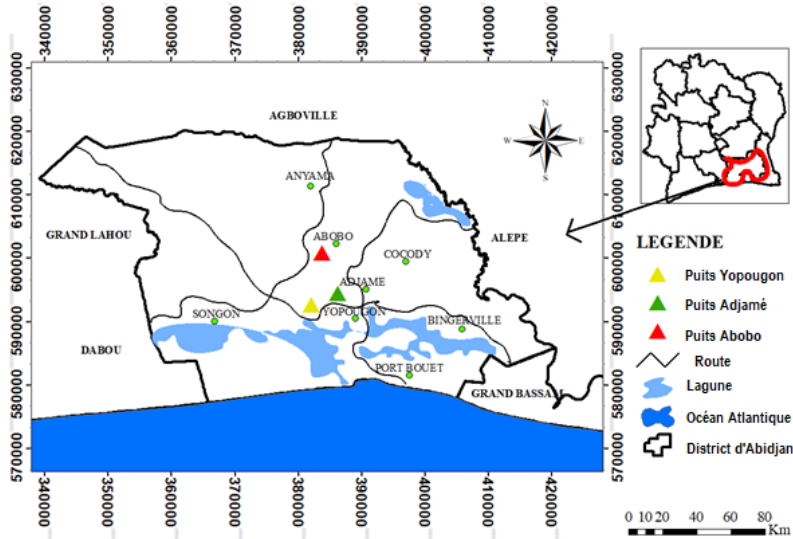


Figure 1 : Localisation des puits d'Abidjan Nord

## II-2. Lithologie - Granulométrie et environnements de dépôt

Le matériel utilisé dans cette étude est constitué de 353 échantillons de déblais de forages d'eau réalisés dans les communes d'Adjamé, Yopougon et Abobo par la FORACO (Forage Rationnel Construction). Leur analyse a porté sur la description lithologique, la granulométrie des fractions sableuses et la minéralogie des argiles. L'analyse lithologique (description macroscopique et de résidus de lavage) a permis d'apprécier l'abondance relative des éléments figurés. L'analyse granulométrique a été réalisée sur une colonne de 16 tamis (AFNOR) selon la procédure classique (après élimination de la matière organique à l'eau oxygénée et des carbonates à l'acide chlorhydrique) adoptée dans les récents travaux de [14]. Les principaux paramètres granulométriques que sont la moyenne, l'écart-type, le skewness ont été calculés selon la méthode de [15]. Ceux-ci se définissent comme suit :

- la moyenne ( $Mz$ ) représente la distribution granulométrique moyenne des sédiments. Elle traduit la puissance moyenne des paléoécoulements. Elle est déterminée par la **Formule** suivante :

$$Mz = (Q16 + Q50 + Q84) / 3 \quad (1)$$

- l'écart-type ou classement ( $\sigma$ ) permet d'apprécier le classement des sables. Sa **Formule** est :

$$\sigma \text{ (en phi)} = (\Phi84 - \Phi16) / 4 + (\Phi95 - \Phi5) / 6,6 \quad (2)$$

- le Skewness (Sk), traduit le degré d'asymétrie de la courbe de distribution par rapport à la médiane. Cette asymétrie indique la prépondérance ou non des particules fines (valeurs positives) ou des particules grossières (valeurs négatives) par rapport à la moyenne de l'échantillon :

$$Sk = (\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}) / 2 (\Phi_{84} - \Phi_{16}) + (\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}) / 2 (\Phi_{95} - \Phi_5) \quad (3)$$

Le mode de transport des sédiments a été déterminé à partir du test de [16]. En effet, la distribution granulométrique des sédiments à partir des courbes cumulatives présente le plus souvent des courbes formées de plusieurs segments de droites. Ce qui semble indiquer que le sédiment est constitué d'un mélange de plusieurs familles granulométriques. Les types de courbes obtenus sont directement reliés aux modes de transport des particules. Cette méthode permet de définir trois modes de transport [17].

- La suspension (90 à 100 %) : les particules progressent dans le sens du courant au sein même du liquide sans jamais retomber, sauf très épisodiquement, sur le fond;
- La saltation (10 à 90 %) : les particules se déplacent par sauts et retombent successivement à des distances relativement appréciables;
- Le charriage ou roulement (0 à 10 %) : les particules glissent et roulent (ou bien sautent légèrement) dans le sens du courant sur le fond.

Les courbes cumulatives permettent également de déterminer les différents faciès granulométriques. La détermination s'est faite à partir de la terminologie de [18]. Les faciès granulométriques reflètent soit un mode de dépôt, soit un type d'évolution après le dépôt [19]. Enfin la détermination de l'environnement de dépôt a été possible à partir des digrammes de dispersion (Md-S0) et (Md/Sk) de [20].

### II-3. Méthodes de traitement et d'analyse des minéraux argileux

Seize (16) échantillons d'argiles ont fait l'objet d'une analyse au diffractomètre de rayons-X (DRX) dans l'optique de déterminer la minéralogie de leur contenu et apporter des arguments sur l'origine des sédiments. L'appareil de mesure utilisé est le diffractomètre D8 ADVANCE (séries Bruker AXS). L'identification des minéraux a été exécutée par le logiciel FITYK (Version 1.3.1). Les facteurs de correction des intensités de [21, 22] ont été utilisés pour la quantification des argiles. Ces échantillons ont subi une série de traitements afin d'en extraire la fraction argileuse. En effet, on a d'abord procédé à la décarbonatation et à la destruction de la matière organique

respectivement avec de l'acide chlorhydrique et l'eau oxygénée à 10 %. Ensuite, ces échantillons ont été lavés par plusieurs séries de centrifugations de 10 minutes à 2000 trs/min. Pour le rinçage final, une centrifugation de 40 minutes à 3000 trs/min a été nécessaire. Au terme de cette opération, les fractions argileuses ainsi extraites de ces sols ont été conservées dans des piluliers en vue de la confection des lames orientées. Pour ce faire, les piluliers sont agités à la main afin de mettre en suspension les minéraux argileux, puis laissés reposer pendant 50 minutes. On pipette ensuite les 02 cm supérieurs à partir de la surface du liquide. La solution d'argiles ainsi prélevée est mise à sécher à l'air libre sur une lame de verre. Une fois séchée, la lame est analysée au DRX avant d'être placée en atmosphère saturée à l'éthylène glycol. Après la saturation des minéraux en 12 heures, les lames sont à nouveau analysées au DRX puis chauffées au four à 500 °C pendant 4 heures et analysées.

### III - RÉSULTATS

#### III-1. Corrélation lithostratigraphique des formations d'Abidjan Nord

La corrélation des logs lithologiques des puits d'Abidjan Nord (*Figure 2*) a permis d'identifier cinq (5) unités lithologiques dans le sens de la sédimentation qui sont :

- ✓ Unité 1, constituée par des argiles blanches dans le puits d'Adjamé où elle est partiellement atteinte sur une épaisseur de 13 m. Elle devient légèrement sableuse (variation de faciès) dans le puits d'Abobo sur une épaisseur partielle de 7 m. Cette unité est absente ou n'a pas été atteinte dans le puits de Yopougon ;
- ✓ (ii) unité 2, formée des sables grossiers. Cette unité est représentée dans tous les puits. Sa plus grande épaisseur s'observe dans le puits de Yopougon (33 m) ;
- ✓ (iii) unité 3, composée d'argiles blanches dans l'ensemble des puits, sa plus grande épaisseur se trouve dans le puits d'Abobo (20 m) ;
- ✓ (iv) unité 4, formée par des sables grossiers. Elle est présente dans tous les puits et présente la plus grande épaisseur dans le puits de Yopougon (54 m) ;
- ✓ (v) unité 5, constituée par des argiles latéritiques de couleur jaune orangé. Elle s'observe dans tous les puits et fortement représentée dans le puits d'Abobo (60 m).

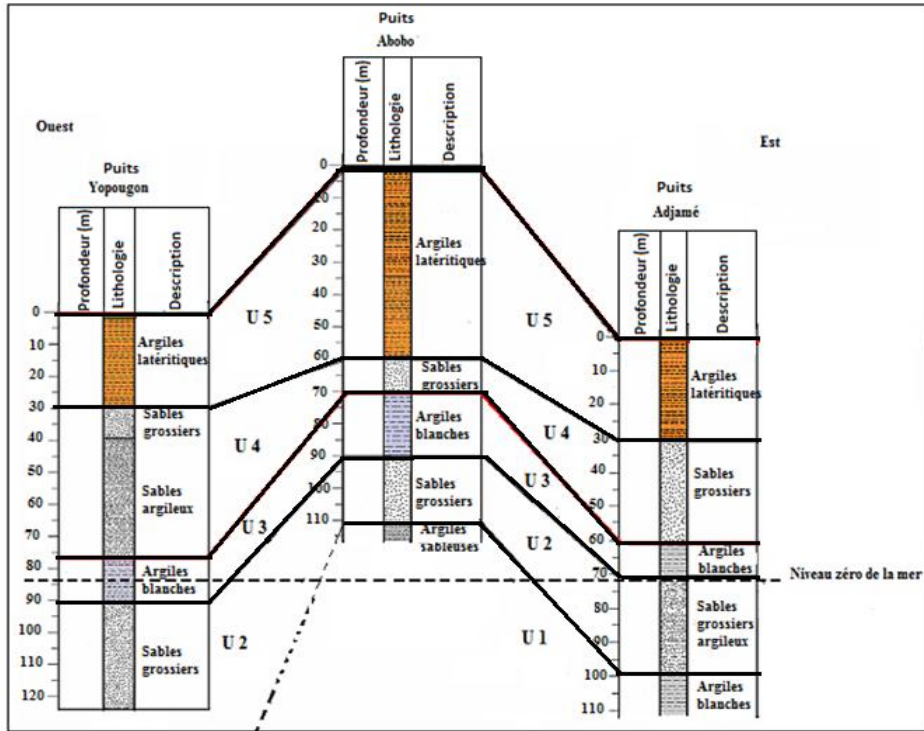


Figure 2 : Synthèse lithostratigraphique des formations des puits d'Abidjan

### III-2. Faciès granulométriques

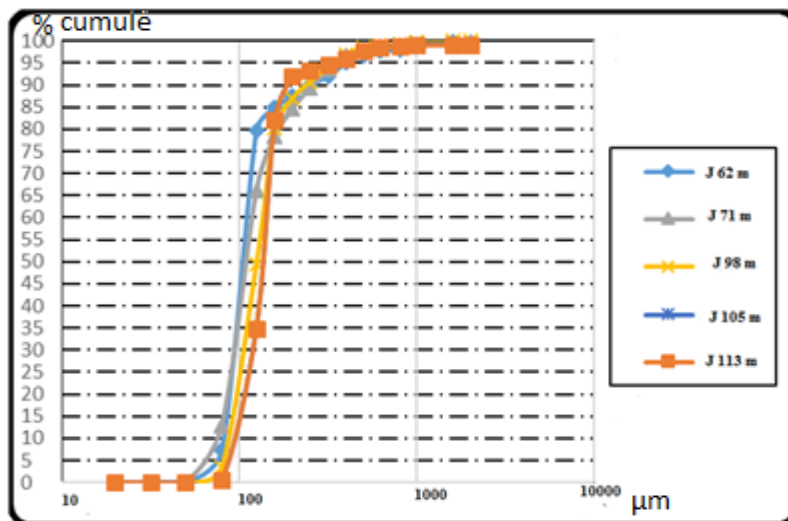


Figure 3 : Faciès granulométriques de types hyperboliques des sables des différents puits



Les courbes cumulatives semi-logarithmiques des sables des différents puits étudiés présentent les mêmes allures. Le faciès est de type hyperbolique ou sigmoïde (en forme de S) (**Figure 3**). Ce sont des courbes à pente redressées. C'est le faciès de dépôt par excès de charge. Ce faciès indique une réduction progressive de la puissance de l'agent de transport. L'agent va donc transporter des sédiments de dimension inférieure à la précédente au fur et mesure que sa vitesse décroît.

### III-3. Paramètres granulométriques

Le calcul de la moyenne, de l'écart type et du skewness a permis de caractériser les sables des différents puits (**Tableau 2**). Cette caractérisation révèle que les sables sont tous de taille grossière, presque symétrique à asymétrique vers les éléments grossiers en particulier. En ce qui concerne l'écart-type, les sables assez bien classés prédominent avec de rares sables mal classés.

**Tableau 2 :** Caractérisation granulométrique de la fraction sableuse

Localité	Profondeur (m)	Mz	Sk	So	Description
Adjamé	35-43	[983; 2316]	[0,7; 1,33]	[-0,51; 0,04]	grossiers, assez bien à mal classé, symétrie à forte asymétrie vers les grossiers
	78-94	[1283;1850]	[1,07;1,29]	[-0,2; 0]	grossiers, mal classé, symétrie à asymétrie vers les grossiers
Yopougou	31-55	[940; 1333]	[0,58;1,01]	[-0,06; 0,04]	grossiers, assez bien à mal classé, symétrique
	93-122	[550; 1400]	[0,5; 1,14]	[-0,23; 0,28]	grossiers, assez bien à mal classé, symétrie à asymétrie vers les grossiers
Abobo	66-69	[866; 966]	[0,65;0,68]	[0,05; 0,06]	grossiers, assez bien classé, symétrique
	92-116	[320; 776]	[0,26; 0,6]	[0,39; 0,75]	grossiers, très bien classé, forte asymétrie vers les fins

### III-4. Mode de transport et environnement de dépôt

Le diagramme de Visher (1969), appliqué aux sédiments meubles (**Figure 4**) met en évidence quatre (4) populations (P1-P2-P'2-P3). La saltation est le mode de transport dominant des sables grossiers à moyens avec des proportions de (P2-P'2) comprises entre 83 et 86 %. Partiellement, quelques grains grossiers sont transportés par charriage et les sables fins par suspension.



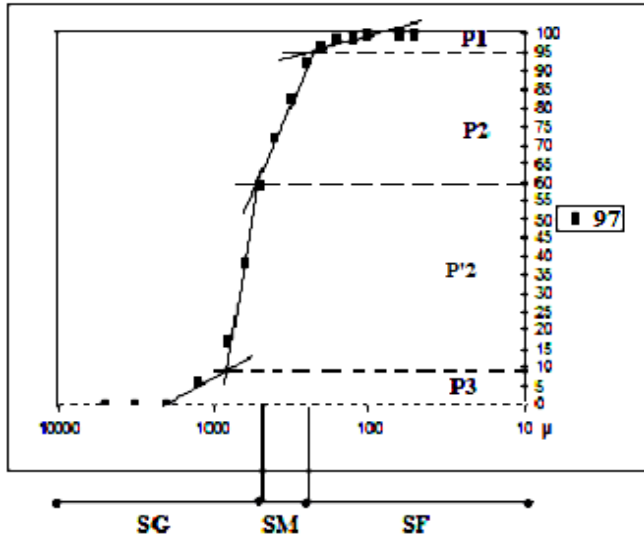


Figure 4 : Application du Test de Visher aux sédiments meubles

Le diagramme So/Md (*Figure 5*) montre que la dispersion dans l'ensemble des puits se fait environ à 75 % dans le domaine rivière et à environ 25 % dans le domaine plage. En outre, le diagramme Md/Sk (*Figure 6*) montre également dans l'ensemble des puits que la dispersion se fait à 100 % dans le domaine dune côtière. Ces diagrammes montrent que les sables d'Abidjan Nord ont été déposés dans un environnement de dépôt de type rivière et dune côtière.

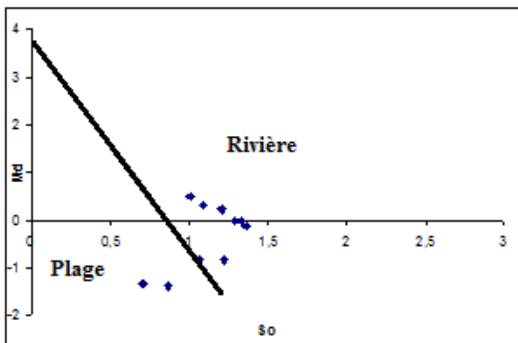


Figure 5 : Diagramme So/Md des sables

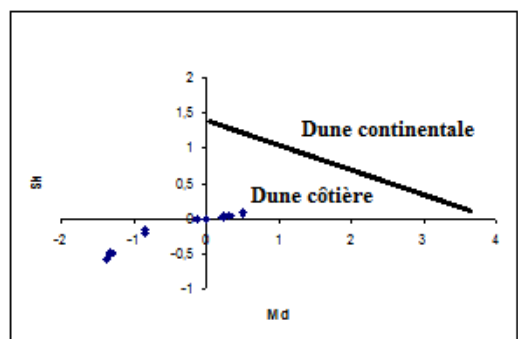
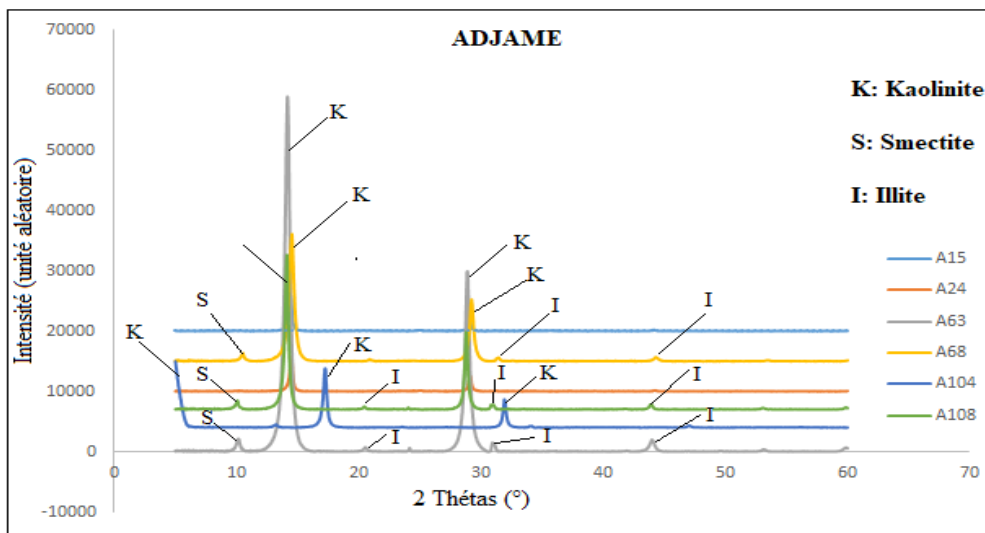


Figure 6 : Diagramme Md/Sk des sables

### III-5. Caractérisation diffractométrique

L'examen des caractéristiques minéralogiques des niveaux argileux est rendu possible grâce à la diffractométrie des rayons X. Seize échantillons ont été sélectionnés dont ceux des côtes 15 m, 24 m, 63 m, 68 m, 104 m et 108 m pour le puits d'Adjamé ; ceux des côtes 16 m, 24 m, 80 m et 87 m pour le puits de Yopougon ; ceux des côtes 16 m, 31 m, 49 m, 75 m, 86 m et 114 m pour le puits d'Abobo. Le dépouillement des diffractogrammes a révélé, au niveau du puits de d'Adjamé (**Figure 7**), la présence de trois minéraux que sont la kaolinite, la smectite et l'illite. Les plus grands pics sont ceux de la kaolinite qui indiquent leur abondance dans les sédiments argileux. Le pic le plus élevé se trouve à 63 m.



**Figure 7 :** *Diffractogrammes des argiles du puits d'Adjamé*

Dans le puits de Yopougon, les diffractogrammes (**Figure 8**) présentent par ordre d'abondance, la kaolinite, l'illite et la smectite. Le pic le plus élevé se trouve à 80 m.

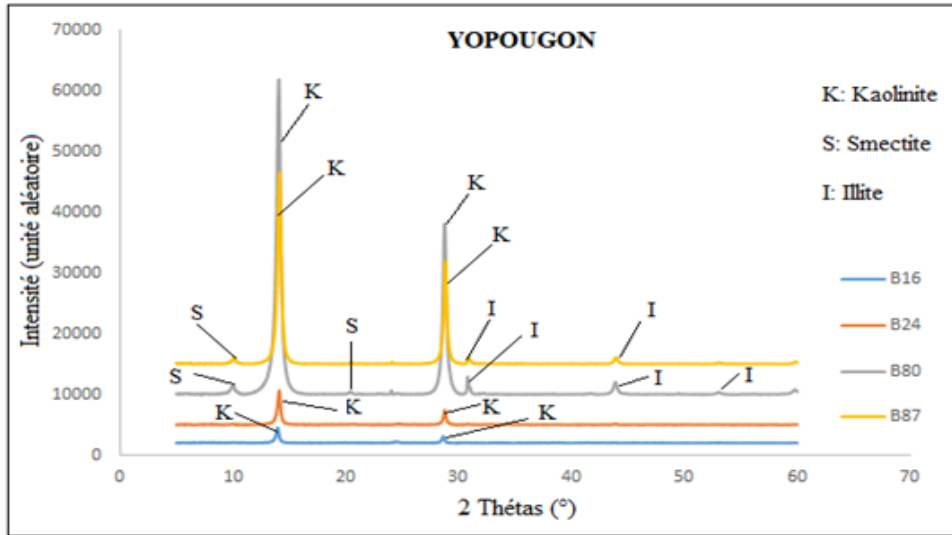


Figure 8 : Diffractogrammes des argiles du puits de Yopougon

Dans le puits d'Abobo, les diffractogrammes (**Figure 9**) présentent également par ordre d'abondance, la kaolinite, l'illite et la smectite. Le pic le plus élevé se trouve à 75 m. le puits d'Abobo présente les plus faibles taux de minéraux argileux.

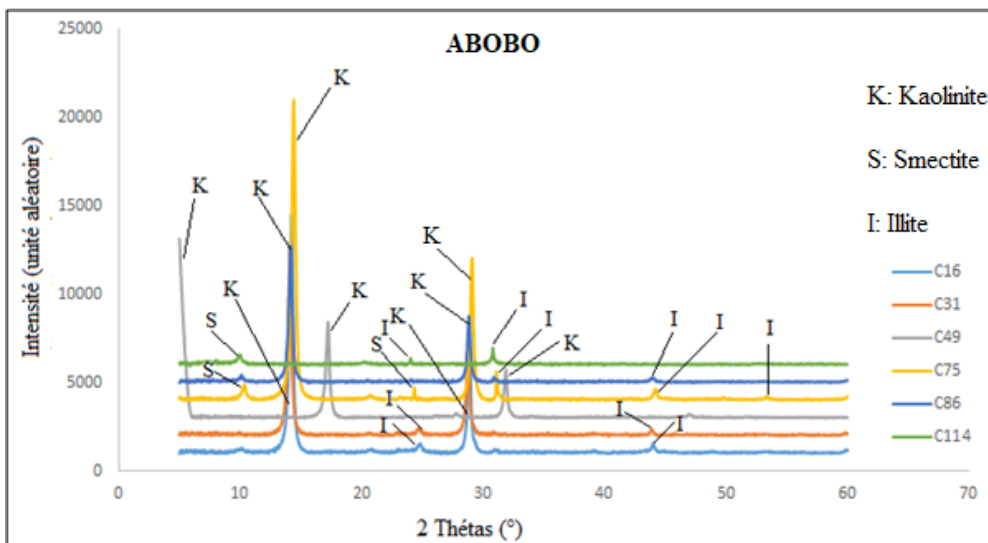


Figure 9 : Diffractogrammes des argiles du puits Abobo

#### **IV - DISCUSSION**

A l'issu de l'analyse lithologique, trois faciès répondent à des processus de dépôt bien distincts dans la zone d'étude. Ce sont les argiles, les sables grossiers, les sables argileux. Les différents paramètres granulométriques indiquent des sables grossiers, bien à mal classés symétriques à asymétriques vers les éléments grossiers. Selon [23, 24], le dépôt de sables grossiers à intercalation d'argiles est dû à l'énergie de dépôts qui augmente lorsqu'il se manifeste un courant de turbidité de haute densité. Les grains de sables sont de couleur blanche et propres, cela est dus à un lessivage vertical des particules fines qui conduit à la formation des argiles par accumulation [25]. Le faciès hyperbolique, a permis de caractériser le type de dépôt. Ainsi, selon [26] *in* [9], le faciès hyperbolique indique une réduction progressive de la force de l'agent de transport. Cet agent qui était initialement capable de transporter les grains d'une certaine dimension ne l'est plus suite à une réduction de sa vitesse. Par conséquent, il abandonne les grains sur place. Pour [27 - 29], ce faciès indique des sables bien classés dans un milieu peu agité avec évacuation de particules fines. Selon [18] la forme en « S » qu'il a dénommée « faciès de dépôt par excès de charge » serait un faciès de sable littoral où les grains sont transportés par saltation.

Les résultats de ce présent travail sont en adéquation avec cette observation. Le test de [16] indique que le transport des sédiments étudiés dans les trois puits est assuré par saltation, en accord avec [10]. D'après le test de [20], les sédiments seraient d'origine fluviatile. La kaolinite est le minéral le plus abondant des échantillons argileux. Elle est également associée à d'autres minéraux tel que l'illite et la smectite. [9] montre également que la kaolinite est le minéral majoritaire des argiles d'Anyama, mais l'associe au quartz, à l'illite, au gypse, au rutilé ou l'anatase et aux sulfates de calcium hydrates. [29] quant à lui associe la kaolinite à la goethite et à l'hallowysite dans la localité d'Eboïnda, tandis que la kaolinite est minoritaire dans les échantillons étudiés dans la zone Sud-ouest d'Abidjan [10]. La corrélation lithologique des puits montre que la sédimentation s'est effectuée au même moment dans les différentes zones. Ceci s'explique par la similitude des dépôts dans ces puits, ces résultats semblent être en conformité avec ceux du [30] qui a mis en évidence ces mêmes formations à Dabou. Aussi, l'abondance des sables grossiers dans l'ensemble des puits, supposerait qu'ils ont été déposés avec une énergie très élevée.

## V - CONCLUSION

La caractérisation des formations de subsurface de la zone d'Abidjan Nord a révélé trois principaux faciès qui sont le faciès argileux, le faciès sableux, le faciès des sédiments mixtes (sablo-argileux), le tout recouvert de la terre de barre. L'analyse de la fraction supérieure à 63 µm montre que ces sables sont grossiers, assez bien à mal classés présentant une symétrie et une asymétrie vers les éléments grossiers. Ces sables ont pu être accumulés dans un environnement de dépôt de type rivière et du domaine dune côtière. Le mode de transport dominant de ces grains est la saltation. La minéralogie des argiles a montré que les argiles sont de nature kaolinique associées à d'autres minéraux comme l'illite et la smectite.

## RÉFÉRENCES

- [1] - M. BRUN, Microfossiles de la Côte d'Ivoire (Paléocène et limite Crétacé Tertiaire). Apport de l'exoscopie à la connaissance des environnements. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Marseille, (1978) 229
- [2] - C. BACCHIANA, R. Y. BRANCART, I. (DE) KLASZ, O. LEGOUX et G. PARADIS, Présence du Miocène inférieur marin à Abidjan dans le Continental terminal de la basse Côte d'Ivoire. *Revue de micropaléontologie*, vol.25, (1982) 145-149
- [3] - T. E GOUA, Biostratigraphie et évolution paléoenvironnementale des séries maastrichtiennes et paléocènes dans le bassin sédimentaire côtier. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, centre des sciences de la terre, (1997) 354
- [4] - Z. B. DIGBEHI, K. AFFIAN, S. MONDE, K. POTHIN & K. AKA. Analyse sédimentologique de quelques faciès du "Continental terminal". Presses Universitaires de Côte d'Ivoire, *Bioterre, Revue Interternationale des. Sciences de la Vie et de la Terre*. (2001) 71-84
- [5] - N. J-P. YAO, Z. B. DIGBEHI, S. MONDE, A. C. KRA, K. AKA, N. BLEOUE, Y. J. TEA, Y. L. H. KPLOHI et K. L. DUFFI, Etude Sédimentologique et Esquisse Paléoenvironnementale des Formations de Fresco. *Sciences & Nature*, Vol. 8, (2011) 73 – 84
- [6] - J-M. K. GBANGBOT, Z. B. DIGBEHI, N. J-P. YAO, S. MONDE et A. N. YAO, Lithostratigraphie des Dépôts de Subsurface des régions de Bingerville et d'Assinie, Sud et Sud-est, Basse Côte d'Ivoire. Essai de Comparaison des Environnements de Dépôts au Cours du Tertiaire. *European Journal of Scientific Research* , Vol. 86, (2012) 41-52
- [7] - F. Y. P. ASSALE, Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations de l'est du bassin onshore de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, (2013) 361

- [8] - F. Y. P. ASSALE, S. MONDE, K. AKA, T. KOFFI, Y. L. H. KPLOHI, J. ABLE, I. FEA et H. L. OMBLEA, Caractérisation lithostratigraphique des sondages Adia 5 et Adia 6 d'Adiaké : mise en évidence des mouvements eustatiques et influence des glauconites sur les propriétés physiques des sables. *European Scientific Journal*, Vol.9, (2013) 332-349
- [9] - A. C. KRA, F. Y. P. ASSALE, N. J. P. YAO et K. AKA, Caractérisation Sédimentologique Et Minéralogique des formations du Tertiaire-Quaternaire de la région d'Anyama Au Sud de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, édition vol.12, (2016) 251-265
- [10] - 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 region d'Abidjan, Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, vol.14, (2018) 218-234
- [11] - A. SPENGLER, (de) & J. R. DELTEIL, Le bassin sédimentaire tertiaire de Côte d'Ivoire. In : Bassin sédimentaire du littoral africain. « *Annales des Services Géologiques Africains* », Paris: (1966) 99-113
- [12] - L. MARTIN, Morphologie, Sédimentologie et Paléogéographie au Quaternaire récent du plateau continental ivoirien. Thèse de Doctorat d'Etat. Univ. Paris VI. ORSTOM, (1973) 340
- [13] - J. P. TASTET, Environnements sédimentaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Togo, Bénin). Mémoire DESS de l'Université de Bordeaux I, n° 621 (1979) 175
- [14] - G. H. C. N'DOUFOU, J. M. K. GBANGBOT, A. A. M. SAIMON, Mineralogical granulometric and environmental characterization of recent quaternary deposits of beaches between Sassandra and Fresco (Ivory Coast) *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol 6, (2019) 44-51
- [15] - R. L. FOLK and W. C. WARD, a study in the significance of grain size parameters. *J. Sed.Petrol., Tulsa (Okl.)*, (1957) 3-26
- [16] - G. S. VISHER, Grain size distributions and depositional processes. *Journ. Sedim. Petrol.*, Tulsa, vol. 39, (1969) 1074-1106
- [17] - A. M. A. SANCHEZ, Modélisation dans un estuaire à marée. Rôle du bouchon vaseux dans la tenue des sols sous-marins. Thèse de doctorat, Univ. Nantes, (1992) 210
- [18] - J. TRICART, Principes et méthodes de la géomorphologie, *Masson et Cie*, Paris, (1965) 496
- [19] - J. P. PINOT, Manipulations sédimentologiques courantes M.W. TURGAL.07. SEDI Edition de février (1994) 118
- [20] - R. J. MOIOLA, and D. WEISER, Textural parameters: an evaluation. *Journ. Sedim. Petrol.* n°38, (1968) 45-53
- [21] - P. E. BISCAYE, Mineralogy and Sedimentation of Recent Deep-Sea Clay in the Atlantic Ocean and Adjacent Seas and Oceans. *SA Bulletin* 76 (7): (1965) 803-832
- [22] - J. THOREZ, pratical identification of clay mineral. A handbook for teachers and students in clay mineralogy. Edition G. Lelotte, Dison, Belgique, (1976) 90

- [23] - D. LOWE, Sediment gravity flows : II-depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity current. *Journ.of sed. Petrol.*, vol. 52, n°1, (1982) 279-297
- [24] - M. CREMER, Approches sédimentologiques et géophysiques des accumulations turbiditiques. L'éventail profond du Cap-Ferret (Golfe de Gascogne), la série des grès d'Annot (Alpes de haute province). Thèse Doc. Sc. Nat., Univ. Bordeaux I, (1983) 344
- [25] - H. GERARD, P. JEAN-FRANCOIS et D. BERNADETTE, Mécanismes associés à la formation des nappes perchées du Sud de l'Île-de-France. *Sciences du Vivant/Sciences agricoles/Science des sols.* (2013) 10
- [26] - A. RIVIERE, Méthodes granulométriques : techniques et interprétation. Ed Masson, Paris, New York, Barcelone, Milan, (1977) 149
- [27] - H. SAIDI, M. BRAHIM et M. GUEDDARI, Caractérisation granulométrique et minéralogique des sédiments de surface de la Frange littorale Sidi Bou Said-la Goulette. *Bull Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, vol. 31, (2004) 97-106
- [28] - N. J-P. YAO, Caractérisation sédimentologique, minéralogique, géochimique et biostratigraphique des falaises vives de Fresco : région de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Univ. F.H.B. Cocody, (2012) 187
- [29] - B. K. K. TOE, N. J-P. YAO, T. M. KESSE, & Digbéhi, Z. B. DIGBEHI, Caractérisation Sédimentologique et Hydrodynamique des Formations Sableuses du Miocène Inferieur de la Région d'Eboinda (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal* vol.12, (2016). 192-211
- [30] - J. M. K. GBANGBOT, G. H. C. N'DOUFOU, A. A. M. SAIMON, Sedimentological characterization of subsurface formations of the tertiary-quadernary in the Dabou region (south of Ivory Coast) *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol 5, (2018) 83-88