

Contribution à la caractérisation lithostratigraphique, granulométrique et morphoscopique des sédiments du Continental Terminal de la région du Sud-Comoé (Côte d'Ivoire) à partir de données de forage et de diagraphie

Paule Carole Affoumou epse Achuo

Yao Alexis N'Guessan

Konan Rodolph Harding Kouakou

Guy Armel Tétiali

Université Félix Houphouët Boigny, Formation Doctorale des Sciences, Technologie et Agriculture Durable, Laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Energétiques, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi: 10.19044/esipreprint.7.2024.p414](https://doi.org/10.19044/esipreprint.7.2024.p414)

Approved: 26 July 2024
Posted: 27 July 2024

Copyright 2024 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Affoumou epse Achuo, P. C., N'Guessan, Y. A., Kouakou, K. R. H., & Tétiali, G. A. (2024). *Contribution à la caractérisation lithostratigraphique, granulométrique et morphoscopique des sédiments du Continental Terminal de la région du Sud-Comoé (Côte d'Ivoire) à partir de données de forage et de diagraphie*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.7.2024.p414>

Résumé

Les différentes analyses lithostratigraphique, granulométrique et morphoscopique réalisées sur les déblais de forages du Sud-Comoé ainsi que la diagraphie ont pour but de caractériser les formations du Continental Terminal. Cette étude vise également à approfondir les connaissances sur la zone étudiée en identifiant de potentiels aquifères. La lithostratigraphie se compose d'un grand banc sableux avec intercalation de fins bancs argileux surmonté par des sables silto-argileux (terre de barre). La granulométrie des sables quant à elle, révèle que la taille des grains de quartz dans les formations sableuses est en majorité grossière. Ces sables sont pour la plupart moyennement à médiocrement classés. Ils ont une asymétrie positive et sont majoritairement leptokurtiques. La taille des grains diminue du Nord au Sud de la faille des lagunes. L'analyse morphoscopique des grains met en exergue une très forte proportion de grains de quartz sub-arrondis à arrondis quel que soit la fraction granulométrique. Ces grains sont émoussés luisants,

ce qui indique un séjour en milieu aqueux. Ces résultats constituent une base de données pour une meilleure reconstitution lithologique des formations sédimentaires de la région du Sud-Comoé.

Mots clés : Lithostratigraphie, diagraphie, Continental Terminal, Sud-Comoé, Côte d'Ivoire

Contribution to the Lithostratigraphic, Granulometric, and Morphoscopic Characterization of the Continental Terminal Sediments in the South-Comoé Region (Côte d'Ivoire) Based on Drilling and Logging Data

Paule Carole Affoumou epse Achuo

Yao Alexis N'Guessan

Konan Rodolph Harding Kouakou

Guy Armel Tétiali

Université Félix Houphouët Boigny, Formation Doctorale des Sciences, Technologie et Agriculture Durable, Laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Energétiques, Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

The aim of the various lithostratigraphic, granulometric and morphoscopic analyses carried out on the cuttings from boreholes in the South of Comoé, together with the logging, is to characterise the formations of the Continental Terminal. The study also aims to improve our knowledge of the study area by identifying potential aquifers. The lithostratigraphy consists of a large sandy bed interspersed with fine clay banks and topped by silt-clay sands (bar land). The granulometry of the sands reveals that the size of the quartz grains in the sandy formations is predominantly coarse. Most of these sands are moderately to poorly graded. They have a positive asymmetry and are predominantly leptokurtic. Grain size decreases from North to South of the lagoon. Morphoscopic analysis of the grains reveals a very high proportion of sub-rounded to rounded quartz grains, whatever the grain size fraction. These grains are blunt and shiny, indicating that they have spent time in an aqueous environment. These results provide a database for improved lithological reconstruction of sedimentary formations in the South of the region of Comoé.

Keywords: Lithostratigraphy, logging, Continental Terminal, Sud-Comoé, Côte d'Ivoire

1. Introduction

Des études récentes (Gbangbot *et al.*, 2012 ; Blé *et al.*, 2022) ont été réalisées pour une meilleure appréhension de la lithostratigraphie du Continental Terminal. Cette lithostratigraphie présente un épais banc sableux avec intercalation d'argiles et qui est recouvert par des sables silto-argileux. Les données de forage sont constituées de déblais et/ ou d'enregistrements diagraphiques. Cependant les informations émanant des déblais demeurent insuffisantes pour une bonne reconstitution lithologique. La diagraphie s'avère donc nécessaire pour la mise en évidence de l'épaisseur et la superposition des couches ainsi que l'identification de potentiels aquifères dans la région du Sud-Comoé. Par conséquent, l'objectif de cette étude est de caractériser et comprendre l'architecture des formations sédimentaires du Continental Terminal de la région du Sud-Comoé à partir de données lithologiques et diagraphiques. Pour ce faire, il faudra décrire les sédiments et identifier les différents faciès lithologiques. Aussi les paramètres granulométriques et la morphoscopie des grains de quartz seront déterminés.

2. Matériel et méthodes

Le matériel est constitué principalement d'échantillons de forages exécutés dans la région du Sud-Comoé précisément à Adiaké et à Aboisso (**figure 1**). Le forage d'Adiaké a une profondeur totale de 323 m, une altitude de 74,38 m et pour coordonnées géographiques X= 3°23'47" W et Y=5°13'52" N. Celui d'Aboisso a une profondeur totale de 95 m, une altitude de 51,78 m et pour coordonnées X= 3°19'23" W et Y= 5°23'25" N.

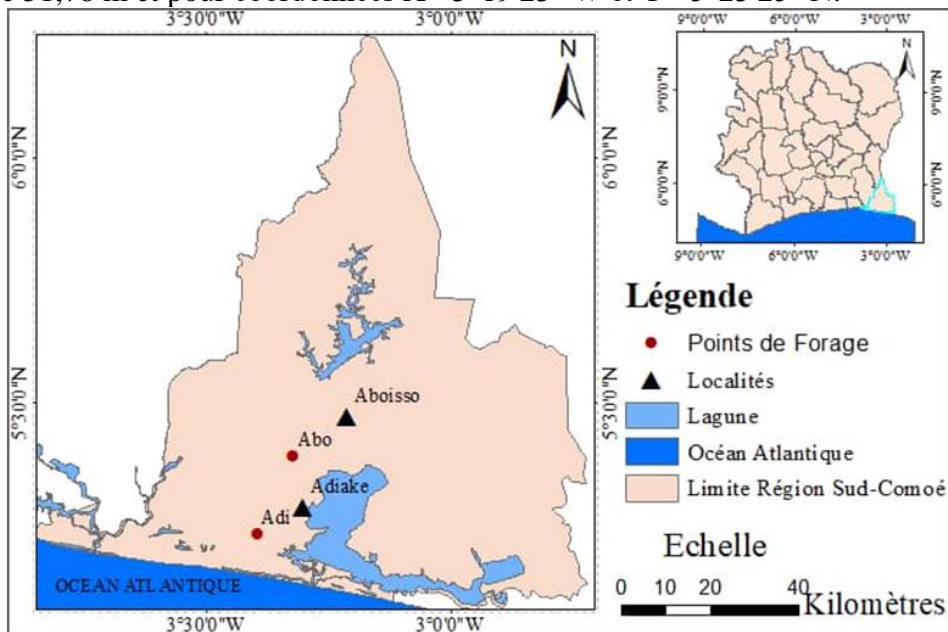


Figure 1: Localisation des puits étudiés

L'analyse et la description des sédiments issus de forages ont permis de déterminer la granulométrie des fractions sableuses, la morphoscopie et les paramètres granulométriques. Ainsi la description macroscopique a consisté à observer les sédiments secs à l'œil nu et à les décrire selon leur aspect et leur couleur. En ce qui concerne la granulométrie de la fraction sableuse, les sédiments sont d'abord lavés et séchés. Ensuite, 100 g de ces sédiments sont passés dans une colonne de seize tamis de type AFNOR dont les mailles sont comprises entre 2000 et 63 μm . Enfin, la proportion de chaque fraction dans l'échantillon est déterminée à partir du refus de chaque tamis. L'analyse morphoscopique a consisté à déterminer la forme et l'aspect des grains de quartz à l'aide des méthodes de Péttijohn (1949) et Cailleux (1947). Trois fractions granulométriques (1000 μm , 500 μm et 250 μm) ont été utilisées pour cette étude. Cette méthode a permis d'établir la distance parcourue par le sédiment et l'agent de transport. La méthode statistique des moments a permis de déterminer les paramètres granulométriques que sont la moyenne arithmétique, l'écart type, l'asymétrie et l'aplatissement. Ces paramètres sont interprétés selon la méthode de Folk et Ward (1957). Le logiciel Strater 5 a permis de représenter les logs des paramètres granulométriques et de concevoir les logs de profondeur, lithologiques et gamma ray (GR) à partir d'une base de données des puits d'Adiaké et d'Aboisso. Pour l'acquisition du gamma ray, la radioactivité naturelle existant dans les roches (K, U, Th) est mesurée à l'aide d'une sonde descendue dans le trou du forage. Lors de cette descente, l'enregistrement des variations de la radioactivité naturelle des roches traversées se fait de manière continue. La sonde est connectée à un ordinateur à l'aide d'un câble qui permet un enregistrement automatique des données qui sont exportées en format Excel.

3. Résultats

3.1 Lithologie des sédiments de la région du Sud-Comoé

La lithostratigraphie des formations du forage d'Adiaké comprend trois faciès : sables silto-argileux, sables et kaolins silteux. A l'intervalle 0-28,3 m, ont été distingués les sables silto-argileux. Ils correspondent à la terre de barre qui traduit un milieu continental oxydé. Les faciès sableux et silteux sont constitués de grains de quartz et le faciès argileux, de kaolinite. Les sables grossiers se situent aux cotes 0-20 m et 22-28,3 m et les sables très grossiers aux cotes 20-22 m. Les couleurs des sables varient de l'orange rougeâtre modéré (0-20 m) à l'orange pâle jaunâtre (20-28,3 m). L'intervalle 28,3- 322,3 m est caractérisé par une alternance de sables et de kaolins silteux. Cette alternance traduit un milieu continental fluvial. Les sables sont grossiers à très grossiers et les kaolins sont constitués de kaolinite et de silts quartzeux. Les couleurs des sédiments varient de l'orange pâle jaunâtre

à l'orange très pâle et du rose orange modéré au rose orange grisâtre. Cet intervalle a été scindé en neuf sous-intervalles en fonction de la taille des grains et la couleur des sédiments (**figure 2**). Cette lithologie est affinée par l'utilisation de la diagraphie, précisément le gamma ray.

Le log gamma ray a permis de distinguer nettement les sables des argiles. Les pics ont permis d'identifier neuf (9) bancs argileux :

- de 48 à 51,9 m : d'épaisseur 3,9 m, ce banc a des valeurs de GR comprises entre 2,5 et 130,42 API ;
- de 62 à 63 m : il est épais de 1 m avec des valeurs de GR variant de 4,3 à 20 API ;
- de 72 à 74 m : cette couche a 2 m d'épaisseur avec des valeurs de GR qui oscillent entre 2,39 et 110,41 API ;
- de 101 à 101,5 m : d'épaisseur 0,5 m, ce banc a des valeurs de GR comprises entre 20,89 à 51,08 API ;
- de 132-132,3 m : avec des valeurs de GR variant de 4,11 à 13,08 API, ce banc est épais de 0,3 m ;
- de 135,5 à 136 m : avec une épaisseur de 0,5 m ; cette couche a des valeurs de GR qui oscillent entre 6,39 et 56,68 API ;
- de 211 à 214 m : épais de 3 m, ce banc a des valeurs de GR comprises entre 15,30 et 91,40 API.
- de 220 à 222 m : avec des valeurs de GR variant de 12,49 à 103,39 API, cette couche a une épaisseur de 2 m ;
- de 316 à 317 m : épais de 1 m, ce banc a des valeurs de GR oscillant entre 2,11 et 16,59 API.

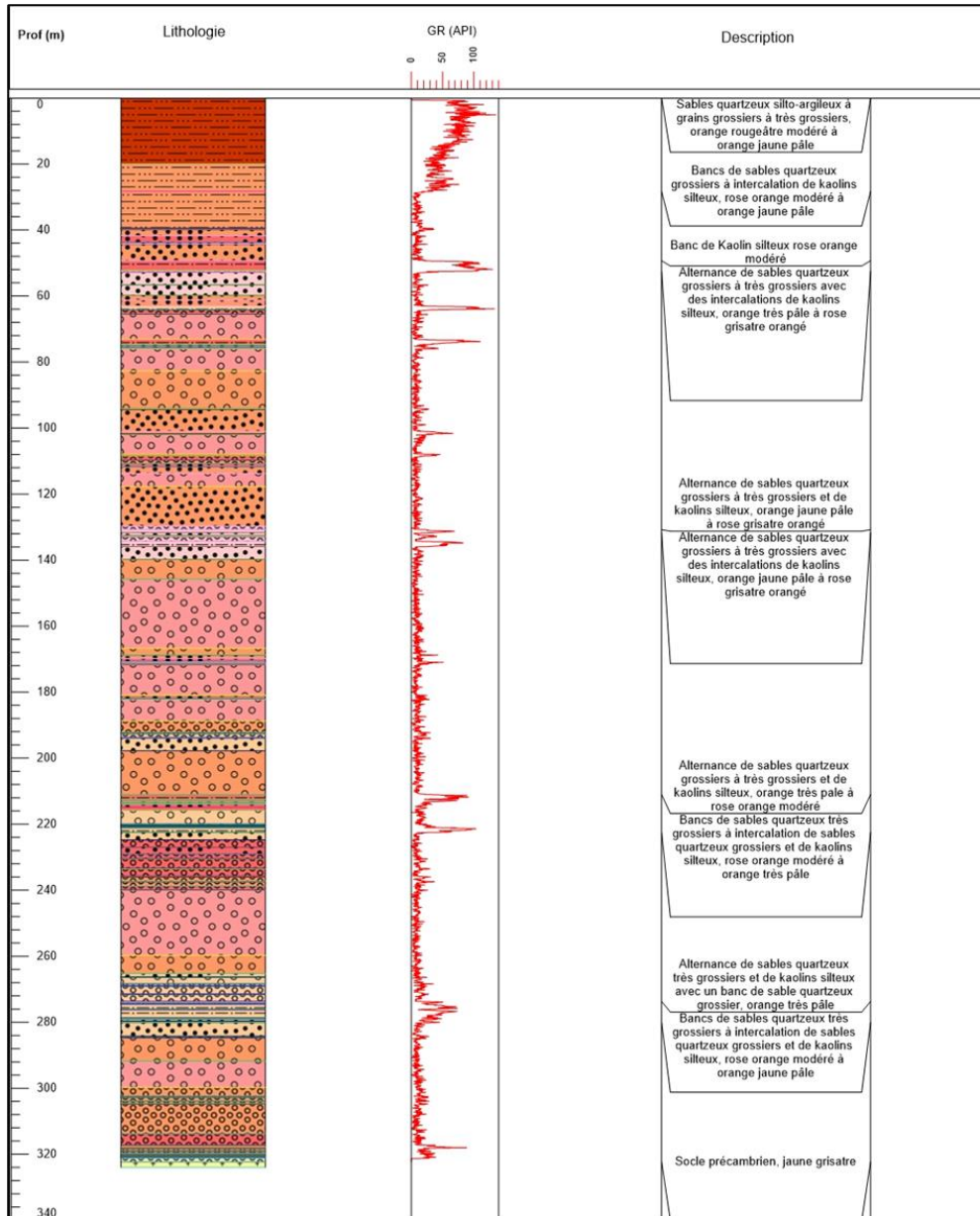


Figure 2: Lithostratigraphie du forage d'Adiaké

Pour l'ensemble des argiles, les valeurs de GR sont comprises entre 2,11 et 130,42 API. Ces argiles constituent des barrières (roches couvertures) aux sables (roches réservoirs) contre toute venue de fluide.

La lithologie des sédiments issus du forage d'Aboisso est composée de sables silto-argileux, de sables et de sables graveleux (figure 3). Les sables silto-argileux se localisent entre les cotes 0 à 31,25 m. Ils correspondent à la terre de barre avec un environnement de dépôt de type

continental oxydé. Les sables sont moyens à grossiers, de couleur rouge modéré. A l'intervalle 31,25 à 83,25 m se trouvent les sables quartzeux. Ils peuvent être répartis en onze sous-intervalles en fonction de la taille des grains et de la couleur. Les couleurs varient de rose modéré à rose orange modéré et d'orange rougeâtre modéré à orange jaunâtre pâle. Ces sables sont moyens à très grossiers à l'exception de quelques-uns qui sont graveleux.

Les sables graveleux et grossiers à graveleux se localisent respectivement aux intervalles 83,25-89,25 m et 89,25-95 m. Les sables graveleux sont intercalés d'argile et de couleur rougeâtre modéré tandis que les sables grossiers à graveleux sont orange jaunâtre pâle avec des intercalations d'argile. Les enregistrements diagraphiques à partir du gamma ray apportent des informations complémentaires sur la lithologie.

Les pics observés sur le log gamma ray permettent de mettre en évidence cinq (5) couches argileuses :

- de 43,2 à 44,3 m : ce banc est épais de 1,1 m avec des valeurs de GR qui oscillent entre 24,5 et 147,4 API ;
- de 45,5 à 46,8 m : avec une épaisseur de 1,3 m, cette couche a des valeurs de GR comprises entre 25,5 et 84,9 API ;
- de 72,2 à 73,2 m : épais de 1,1 m, ce banc a des valeurs de GR oscillant entre 18,6 et 66,9 API ;
- de 84 à 84,9 m : avec des valeurs de GR variant entre 25,3 et 92,2 API, cette couche est épaisse de 0,9 m ;
- de 85,6 à 87,2 m : avec une épaisseur de 1,6 m, ce banc a des valeurs de GR comprises entre 38,4 et 102,8 API.

Les valeurs de GR pour l'ensemble des argiles varient de 18,6 à 147,4 API. Ces argiles forment des roches couvertures et les sables, des roches réservoirs.

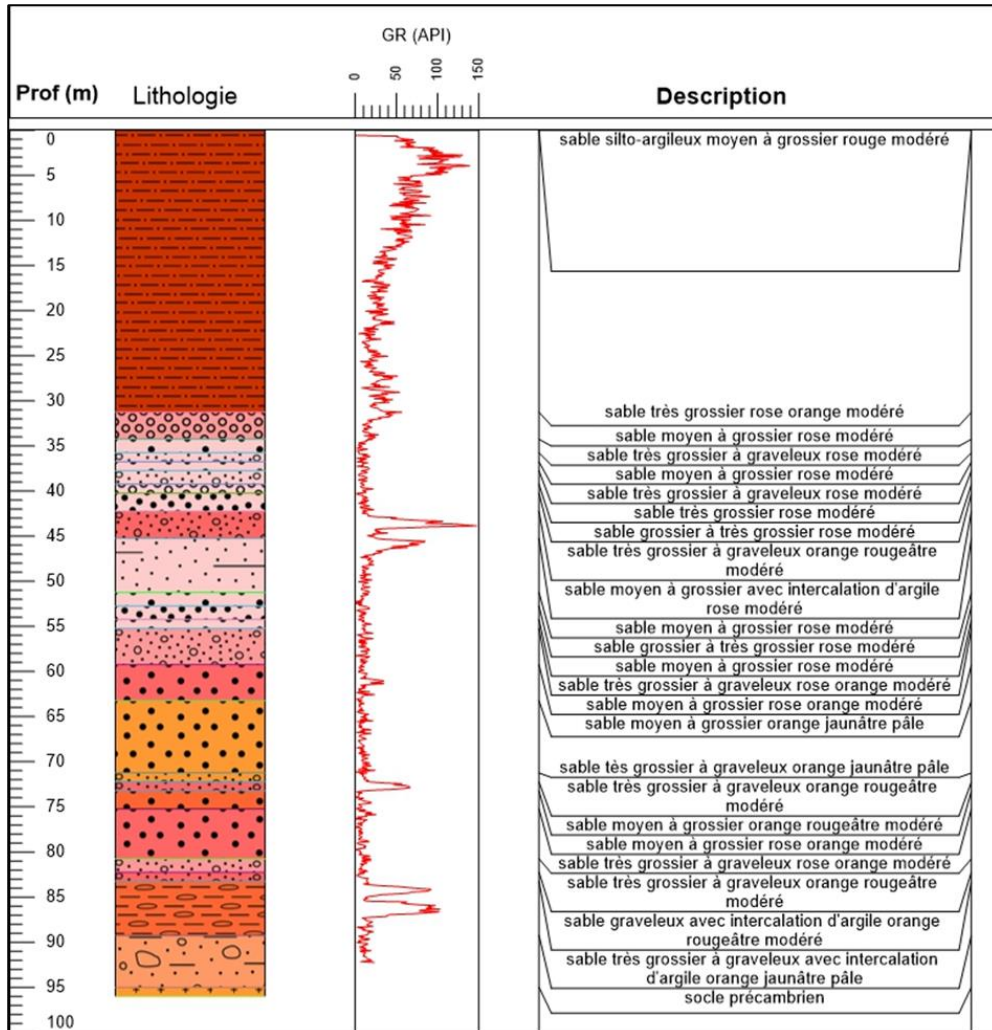


Figure 3: Lithostratigraphie du forage d'Aboisso

3.2 Granulométrie des sédiments du Sud-Comoé

L'analyse granulométrique des sables d'Adiaké montre que la fraction grossière est la plus abondante, avec une proportion de 84 % des sédiments. Les sables très grossiers ont un pourcentage de 13,42 % et les sables moyens, une faible proportion de 2,68 %. L'histogramme du classement présente majoritairement des sables médiocrement classés (57,72 %), suivis par des sables moyennement classés (38,25 %) et peu de sables assez bien classés (4,03 %). Les valeurs de skewness ont permis de montrer que tous les sables sont symétriquement positifs ($g_1 > 0$). Il y a une prépondérance de tailles fines par rapport à la moyenne. Les valeurs d'aplatissement révèlent deux types de kurtosis. Les leptokurtiques sont majoritaires (88,25 %) suivis des platikurtiques avec 12,75 % (figure 4).

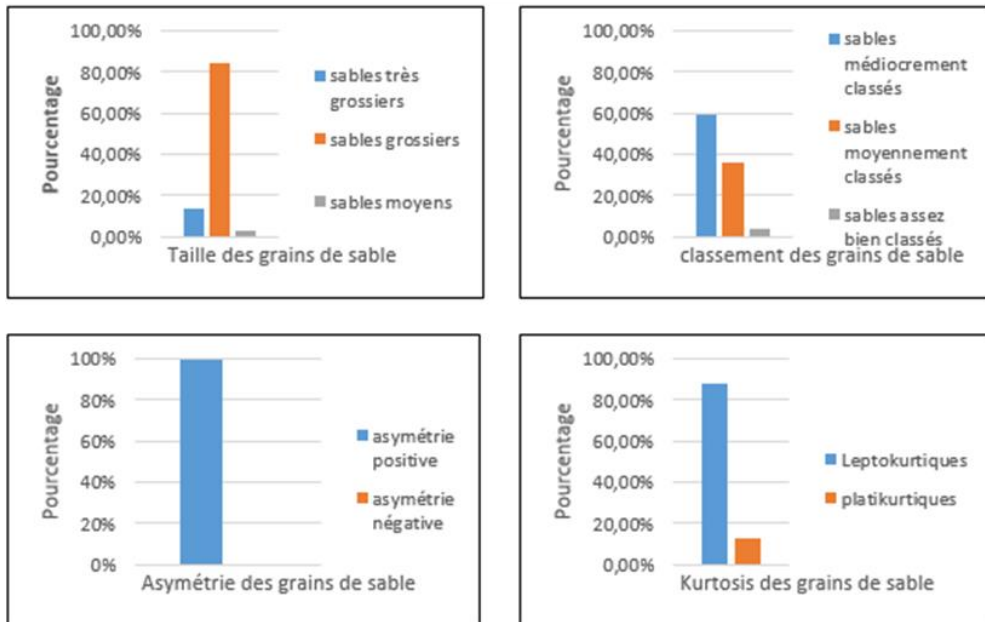


Figure 4: Histogramme des paramètres granulométriques des sables d'Adiaké

Les différents paramètres granulométriques des sédiments d'Adiaké (**figure 5**) ont été déterminés aussi en fonction de la profondeur. L'asymétrie est positive tout le long du forage.

- Aux cotes 1,75 à 5,75 m : les sables sont moyens avec une taille des grains variant entre 1,15 et 1,18 et moyennement classés avec un écart-type compris entre 0,87 et 0,92. Les sables sont leptokurtiques (3,09) à platikurtiques (2,91) ;
- de 7,75 à 179,75 m : les sables sont grossiers, moyennement à médiocrement classés et à majorité leptokurtiques. Hormis le sable très grossier (-0,02) et médiocrement classé (0,95) qui se trouve à la profondeur 151,75 m ;
- des cotes 181,75 à 197,75m : les sables sont aussi grossiers avec une moyenne comprise entre 0,09 et 0,79. Ils sont médiocrement (1,01-1,35) à moyennement (0,89-0,9) classés et sont leptokurtiques (3,23-7,36). Le sable est très grossier (-0,01) à la cote 199,75 m et est médiocrement classé avec un sorting de 0,91. De même, il est leptokurtique (10,27) ;
- de 201,75 à 239,75 m : les sables sont grossiers (0,06-0,72) et médiocrement classés (1,03-1,38). Excepté les cotes 225,75m et 229,75 m où les sables sont très grossiers avec une moyenne variant de -0,04 à -0,01 et moyennement classés (0,78-0,87). Ces sables sont à majorité leptokurtiques.

- aux cotes 241,75-245,75 m : il y a des sables très grossiers (-0,18 et -0,34). Ils sont moyennement (0,76-0,81) à assez bien classés (0,59). Ils sont leptokurtiques sauf un qui est platikurtique (2,5) à la cote 219,75 m ;
- de 247,75 à 249,75 m : les sables sont grossiers (0,02-0,2) et moyennement (0,96) à médiocrement (1,01) classés. Ils sont leptokurtiques (6,72-9,05). Le sable est très grossier (-0,22), assez bien classé (0,51) et leptokurtique (45,14) à la cote 251,75 m ;
- aux cotes 253,75-269,75 m : il y a une alternance de sables grossiers (0,22-0,69), moyennement (0,78-0,85) classés et très grossiers (-0,15 à -0,021), médiocrement (1,02-1,37) classés. Ces sables sont leptokurtiques ;
- de 271,75 à 285,75 m : les sables sont médiocrement classés (1,19-1,89) et grossiers (0,3-0,52) à moyens (1,16-1,25). Ils sont leptokurtiques (3,88-6,21) ou platikurtiques (1,89-2,13) ;
- aux cotes 287,75 à 319,75 m : il y a aussi une alternance de sables grossiers à très grossiers. Ils sont médiocrement (1-1,37) à moyennement (0,71-0,93) classés à l'exception de quelques sables très grossiers qui sont assez bien classés (0,63-0,67). Ils sont leptokurtiques (4,42-75,09).

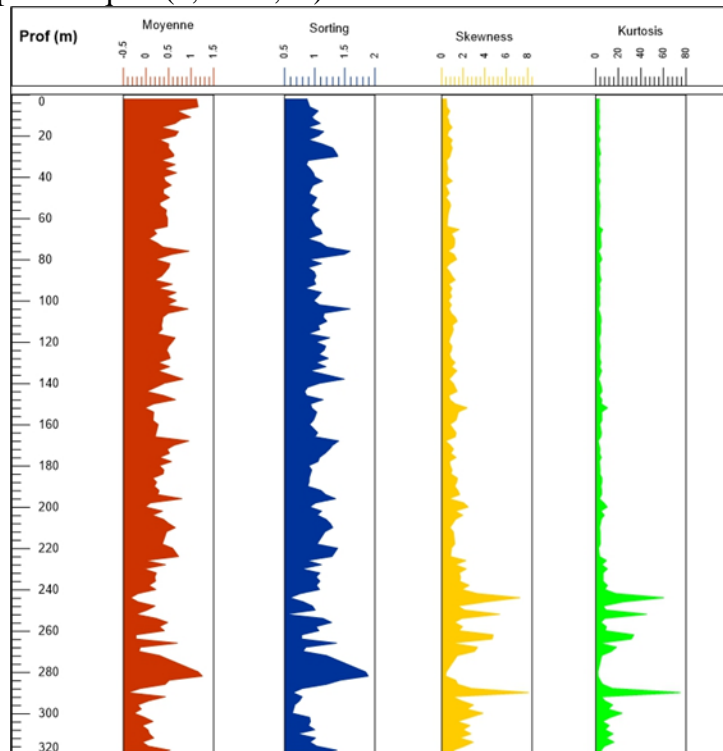


Figure 5: Log des paramètres granulométriques d'Adiaké

L'analyse granulométrique des sables d'Aboisso révèle que les sables grossiers sont les plus abondants avec 83,33 %. Ils sont suivis des sables moyens (10 %) et des sables très grossiers (6,67 %). Les valeurs d'écart type permettent de classer les sables. Les sables sont moyennement classés (70 %) à médiocrement classés (26,67 %). A l'exception d'un sédiment qui se trouve à la cote 75,75 m, qui est assez bien classé (3,33 %). Presque tous les sables ont une asymétrie positive (97,67 %). Excepté un, qui a une asymétrie négative d'une valeur de

- 0,15 à la cote 47,75 m. Les valeurs de l'aplatissement (g_2) donnent deux types de kurtosis. Les leptokurtiques sont majoritaires avec 73,33 % et les platikurtiques, minoritaires avec 26,67 % (**figure 6**).

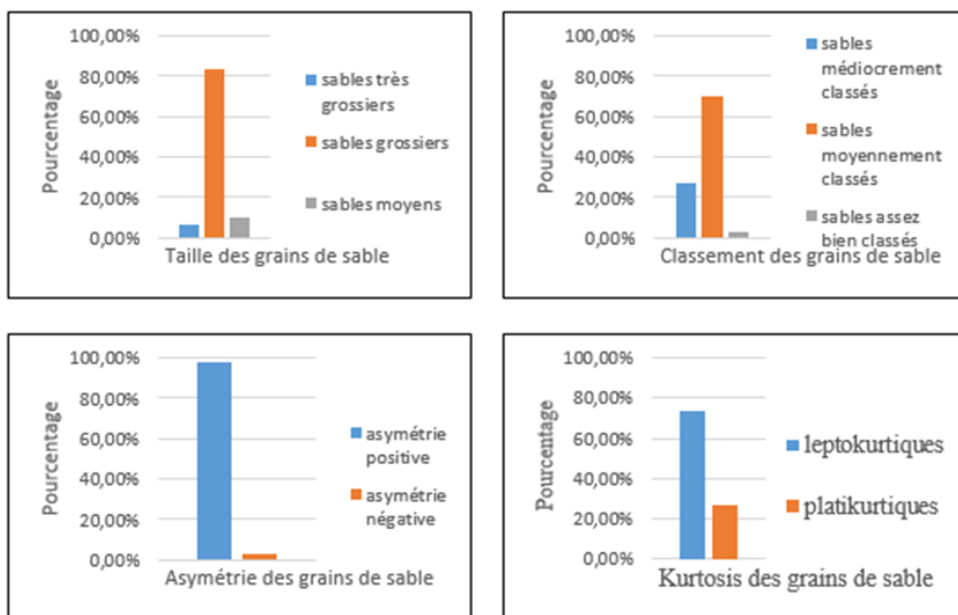


Figure 6: Histogramme des paramètres granulométriques des sables d'Aboisso

En fonction de la profondeur, les paramètres granulométriques d'Aboisso ont été également déterminés (**figure 7**). L'asymétrie est positive (0,03-2,65) tout au long du forage excepté à la profondeur 47,75 m où elle est négative (-0,15).

- Aux cotes 7,75 à 43,75 m : les sables sont grossiers avec une moyenne comprise entre 0,10 et 0,99. Ils sont médiocrement (1,04-1,07) à moyennement (0,74-0,99) classés. Ils sont soit platikurtiques, soit leptokurtiques ;
- De 47,75 à 51,75 m : il y a des sables moyens (1,04-1,41), platikurtiques et moyennement (0,88-0,99) à médiocrement classés (1,39) ;

- aux cotes 53,75 à 79,75 m : les sables sont grossiers (0,03-0,76), soit platikurtiques soit leptokurtiques. Ils sont médiocrement (1-1,15), moyennement (0,73-0,89) et assez bien (0,69) classés. Aussi à la cote 81,75 m, le sable est très grossier (-0,05), moyennement classé (0,91) et leptokurtique (8,61) ;
- de 83,75 à 85,75 m : il y a aussi des sables grossiers, moyennement (0,96) à médiocrement (1,05) classés et leptokurtiques (5,73-7,02) ;
- à la cote 87,75 m : le sable est très grossier (-0,15), moyennement classé (0,82) et leptokurtique (14,10) ;
- enfin à la cote 91,75 : le sable est grossier (0,29) et moyennement classé (0,89). Il est aussi leptokurtique (4,46). L'allure des courbes de la moyenne et du sorting sont sensiblement les mêmes, de même que les courbes du skewness et du kurtosis pour les villes d'Adiaké et d'Aboisso.

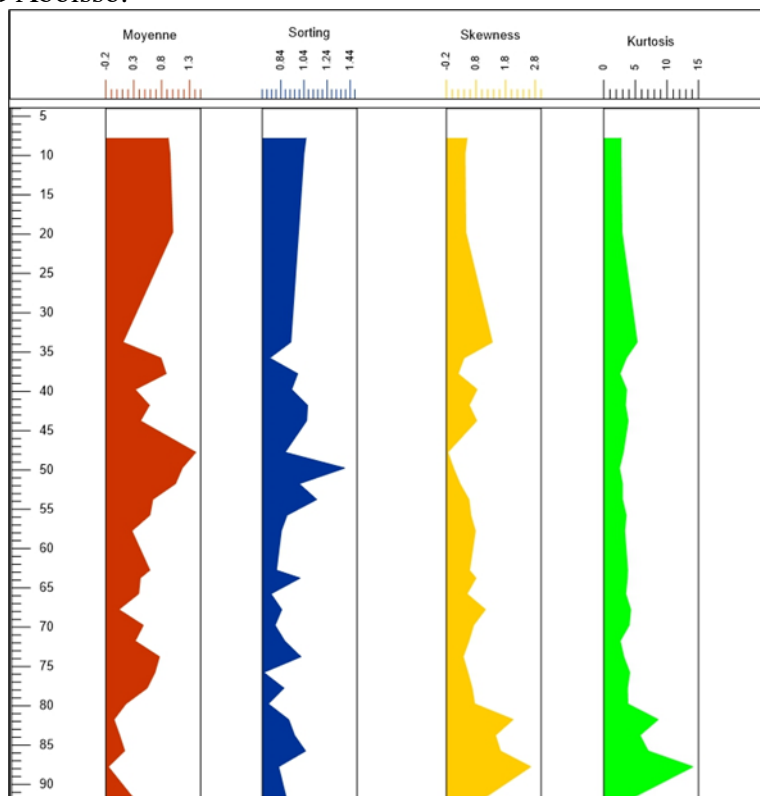


Figure 7: Log des paramètres granulométriques d'Aboisso

3.3 Morphoscopie des grains de quartz du Sud-Comoé

L'analyse morphoscopique a permis de dénombrer quatre formes de grains de quartz : anguleux, sub-anguleux, sub-arrondis et arrondis (**figure 8**). Les grains sont émoussés luisants avec quelques teintes orangées à gris clair. Les proportions relatives des différentes formes de quartz (**tableau I**)

montrent que les grains sub-arrondis sont les plus abondants (56,4 % pour 1000 μm , 60,8 % pour 500 μm et 65,6 % pour 250 μm) quel que soit la fraction granulométrique. Les grains anguleux représentent la plus faible proportion (10,4 % pour 1000 μm , 11,6 % pour 500 μm et 4 % pour 250 μm). Aussi plus la taille des grains de quartz diminue, plus la proportion de grains sub-arrondis (56,4 à 65,6 %) et arrondis (13,6 à 22 %) augmente contrairement à celle des grains sub-anguleux (20,4 à 8,4 %) et anguleux (11,6 à 4 %) qui diminue considérablement.

Tableau I: Proportions relatives des formes de grains de quartz dans les puits du Sud Comoé

Forme	Pourcentage taille des grains de quartz (μm)	1000	500	250
Arrondie		13,6 %	16,4 %	22 %
Sub-arrondie		55,6 %	60,8 %	65,6 %
Sub-anguleuse		20,4 %	11,2 %	8,4 %
Anguleuse		10,4 %	11,6 %	4 %

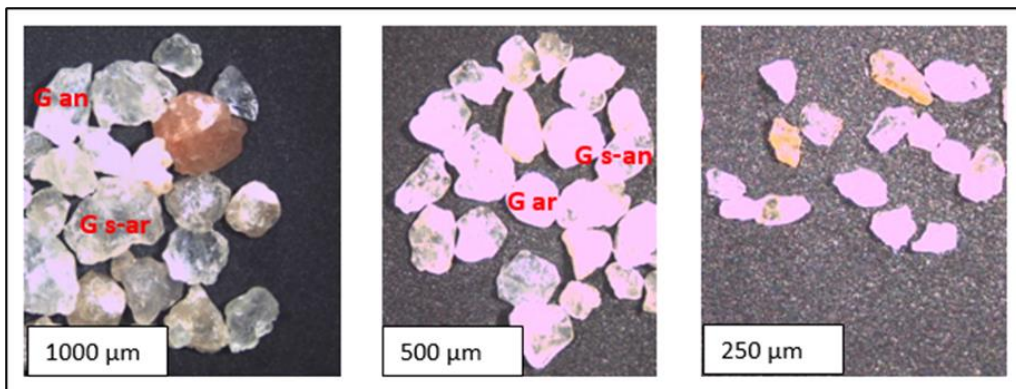


Figure 8: Morphoscopie des grains de quartz : grains arrondis (G ar), grains anguleux (G an), grains sub-arrondis (G s-ar), grains sub-anguleux (G s-an)

4. Discussion

La diagraphie et les données recueillies sur les déblais permettent de faire une meilleure reconstitution lithologique de la région du Sud-Comoé. Deux faciès sont mis en exergue les sables et les argiles recouverts par la terre de barre (sables silto-argileux). Pour Vigreux *et al.*, 2011, l'alternance des sables et argiles suggère un hydrodynamisme local très contrasté avec une variation de l'intensité des crues ou des déplacements latéraux des lits de rivières. Les bancs sableux intercalés d'argiles traduiraient le comblement d'un chenal creusé dans les plaines d'inondation continentale (Assalé, 2013). Les couleurs observées pour les sédiments sont roses, orange, jaune et rouge. Cela pourrait s'expliquer par la présence d'oxyde et d'hydroxyde de fer. Les sédiments rougeâtres indiquent la présence d'oxyde de fer et nous avons un

milieu continental oxydé sous un paléoclimat semi-aride (Assalé, 2013). C'est dans la même optique que Bourkhir *et al.*, 2017 affirme que la mobilisation du fer dans un milieu plutôt oxydant est à l'origine de la couleur rougeâtre. Les couleurs des sédiments variant du rose clair, rose, rose sombre, orangé à jaune traduisent la présence de minéraux d'hydroxyde de fer évoluant dans un milieu suboxydé à oxydé (Myrow, 2003). Les sables sont en grande partie grossiers, moyennement à médiocrement classés. Ces résultats sont conformes à ceux d'Assalé *et al.*, 2012 à l'exception des sables qui majoritairement moyennement classés (89,5 %). Pour Yao *et al.*, 2014 et Douzo *et al.*, 2019, les sables sont grossiers à moyens, ce qui est corroboré par Lowe (1982) et Cremer (1983). Ils affirment que le dépôt de sables moyens à grossiers intercalés d'argiles est dû à la variation de l'énergie de dépôt lorsqu'un courant de turbidité de haute densité se manifeste. L'asymétrie est positive alors le pic se trouve les tailles inférieures des sédiments (Dibi *et al.*, 2022), c'est-à-dire les sables moyens dans notre cas. Ils sont leptokurtiques, ce qui signifie que la distribution est bien classée. C'est un marqueur de mode de transport à puissance constante. Les grains de quartz sont majoritairement sub-arrondis à arrondis conformément aux travaux de (N'Zi *et al.*, 2018), ce qui suggère une source pourvoyeuse relativement distale. Leur aspect est émoussé luisant, ce qui traduit l'influence du transport aquatique et une dynamique fluviale sur les grains de sable (Douzo *et al.*, 2019).

Conclusion

L'étude des forages du Sud-Comoé fait ressortir en surface des sables silto-argileux, suivis d'épaisses formations sableuses où sont intercalés des bancs discontinus d'argiles. Les sables sont en grande partie grossiers et moyennement à médiocrement classés. Ils ont une asymétrie positive et sont leptokurtiques. Les différents paramètres granulométriques ont été déterminés en fonction de la profondeur des forages. Les grains de quartz sont majoritairement sub-arrondis à arrondis, émoussés luisants, témoignant d'un long transport en milieu aqueux.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Assalé, F.Y.P. (2013). Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations de l'Est du bassin onshore de Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat, Géologie marine, Université Felix Houphouët Boigny, Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 361p.
2. Assalé, F.Y.P., Mondé, S., & Aka, K. (2012). Caractérisation lithostratigraphique et petro-sédimentologique des formations tertiaire-quadernaires de la région de Bingerville (Côte d'Ivoire). *Afrique Science*, 8(2), 93-112.
3. Blé, N.C., Kouao, A.F.A., Assalé, F.Y.P., Brou, U.M., Deneanh, S., & Mondé, S. (2022). Reconstitution lithologique des dépôts du Continental Terminal ivoirien par gamma ray : cas des déblais du forage P1 de Bingerville. *International Journal of Innovation and Applied*, 37(1), 154-166.
4. Boukhir, M., Jamal, M., & Azzouzi, K. (2017). Étude Lithostratigraphique Des Formations Superficielles Urbaines Du Secteur Nord De La Ville De Fès, Maroc. *European Scientific Journal*., 13(33), 129 p.
5. Cailleux, A. (1947). Distinction des sables marins et fluviaux. *Bull. Soc Géol. Fr.*, 5e série, t. XV, 375-404.
6. Cremer, M. (1983). 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 Doctorat d'Etat Es-Sciences., Université. Bordeaux I (France), 344p.
7. Dibi, F.Y., Assalé, F.Y.P., N'Goran, J.P.Y., Brou, U.M., & Digbehi, Z.B. (2022). Caractérisation lithostratigraphique, morphoscopique et granulométrique des sédiments du substratum de la baie du banco, Abidjan, basse Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 21(3), 28-43.
8. Douzo, J.W.D., Amalaman, K.T.S., Dibo, W. B., & Yao, N.J.P. (2019). Caractérisation lithostratigraphique et sédimentologique des dépôts des sondages de Fresco et de Grand-Lahou (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Essai de corrélation et paléoenvironnements. European Scientific Journal*, May 2019 edition, (15), 401-422.
9. Folk, R., & Ward, W. (1957). Brazors river bors, a study in significance of grain size parameters. *J.Sedim.Petrol.*, vol.27, pp 13-27.
10. Gbangbot, J-M.K., Digbehi, Z.B., Yao, N.J-P., Mondé, S., & Yao, A.N. (2012). Litostratigraphie 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. Euro Journals Publishing, 86(1), 41-52.
11. Lowe, D. (1982). Sediment gravity flows II-depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity current. *Journal of Sedimentary Petrology.*, 52(1), 279-297.
 12. Myrow, P.M. (2003). "Colors of sedimentary rocks In : Encyclopedia of Earth Sciences Series : Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks", GERARD V.M. Editions Springer, Canada, 159-161.
 13. N'Zi, J.C., Touré, M., Yao, N.J-P. & Kouassi, A.R. (2018). Caractérisation sédimentologique et minéralogique des formations tertiaires du bassin onshore de La région d'Abidjan, Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 14(18), 219-232.
 14. Pettijohn, F. (1949). *Sedimentary Rocks – Happer Frères. In Sedimentology. With 177 figures and 17 tables. Translation Thomas Reimer. CHAMLEY H. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 285p.*
 15. Vigreux, T., Aoustin, D., & Flotte, P. (2011). Enregistrement sédimentaire et environnement holocène de la plaine alluviale du Giessen (Scherwiller, Bas Rhin, Alsace). *Quaternaire*, 22(2), 129-145.
 16. Yao, N.J-P., Gbangbot, J-M.K., Bié, G.R., & Digbehi, Z.B. (2014). Essai de caractérisation sédimentologique et paléoenvironnementale des dépôts de subsurface d'Abidjan Nord Sud de la Côte d'Ivoire. *Bioterre. Inter.Sci. de la Terre*, (14), 8-20.