

Reconstitution lithologique des dépôts du Continental Terminal ivoirien par gamma ray: Cas des déblais du forage P1 de Bingerville

[Lithological reconstruction of the deposits of the Ivorian Continental Terminal by gamma ray: Case of cuttings from the P1 borehole at Bingerville]

Ble N'Tayé Christian, Kouao Assiè François Aristide, Assale Fori Yao Paul, Brou Ulrich Michaël, Deneanh Stéphane, and Monde Sylvain

Université Félix Houphouët Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Knowledge of the Continental Terminal in the locality of Bingerville was based on 147 cuttings. These cuttings were the subject of sedimentological and diagraphic studies in order to establish complete lithostratigraphy in this locality which rests on the Precambrian basement. The results highlight four lithologies: sands, mud, gravelly sands and sandy gravels. The mineralogy of the sediments consists mainly of quartz with the exception of mud. These sediments are made up of variety color. The GR values of sandy and gravelly sediments are usually less than 20 API. They vary between 20 and 40 API for sediments containing kaolin pebbles. The mud are rather clayey siltstones which are of two types: variegated kaolin and grey-dark clayey siltstones. The mean GR values of these argillaceous siltstone are 60 API with sometimes extreme values (100 API < GR < 140 API). The GR signatures show that these clayey siltstones are interbedded in the other sediments. Bingerville deposits are characterize by two types of deposit environment: a fluvial environment and a prodeltaic environment. Fluviatile environment includes sandy and gravelly sediments deposited in river channels and kaolins in flood plains. The prodeltaic environment is made up of dark gray clayey siltstones. There was therefore a marine occurrence in the locality of Bingerville, which is framed by two fluvial deposits.

KEYWORDS: Lithostratigraphy, Continental terminal, Bingerville.

RESUME: La connaissance du Continental Terminal dans la localité de Bingerville s'est basée sur 147 échantillons de déblais. Ces échantillons ont fait l'objet d'étude sédimentologique et diagraphique dans le but d'établir la lithostratigraphie complète dans cette localité qui repose sur le socle précambrien. Les résultats mettent en évidence quatre lithologies: les sables, les boues, les sables graveleux et les graviers sableux. La minéralogie des sédiments est constituée principalement de quartz à l'exception des boues. Ces sédiments sont de couleur bariolée. Les valeurs GR des sédiments sableux et graveleux sont le plus souvent inférieures à 20 API. Elles oscillent entre 20 et 40 API pour les sédiments renfermant des galets de kaolins. Les boues sont plutôt des siltites argileuses qui sont de deux types: les kaolins bariolés et les siltites argileuses gris-sombre. Les valeurs GR moyennes de ces siltites argileuses sont de 60 API avec parfois des valeurs extrêmes (100 API < GR < 140 API). Les signatures GR montrent que ces siltites argileuses sont intercalées dans les autres sédiments. Deux types d'environnement de dépôt caractérisent les dépôts de Bingerville: un environnement fluviatile et un environnement prodeltaïque. L'environnement fluviatile comporte les sédiments sableux et graveleux déposés dans des chenaux fluviatiles et les kaolins dans des plaines d'inondation. Le milieu prodelta est constitué des siltites argileuses gris-sombre. Il y a donc eu une venue marine dans la localité de Bingerville qui est encadré par deux dépôts fluviatiles.

MOTS-CLEFS: Lithostratigraphie, Continental terminal, Bingerville.

1 INTRODUCTION

Les travaux les plus récents [1-3] effectués dans le Continental terminal ont permis de comprendre la lithostratigraphie de cette formation qui est constitué principalement de dépôts fluviatiles (des sables quartzeux à granulométrie très variée intercalés de kaolins). Des venues marines, constituées de sables, de sables argileux et d'argilites tous gris à noir, sont signalées dans le Continental terminal au niveau de Dabou et de Bingerville [2, 3]. Les formations du Continental terminal sont coiffées par des sable silto-argileux rubéfiés.

Malgré que ces travaux fournissent des indications sur la lithostratigraphie des formations du Continental terminal, ils ne mettent pas en évidence l'épaisseur réelle du Continental terminal dans les localités correspondantes, Aussi, les dispositions des couches sédimentaires les unes par rapport autres sont mal appréciées dans le cas des déblais de forage sans enregistrements diagraphiques.

En guise de complément à ces travaux, il s'avère nécessaire d'étendre les études dans l'ensemble du bassin onshore afin de mieux le caractériser. La localité soumise à notre étude pour le complément d'information est celle de Bingerville où une campagne de forage a été réalisée dans cette zone. Ce forage a traversé toutes les formations du Continental terminal pour atteindre le Socle précambrien.

Pour apporter plus de précision sur le Continental terminal dans la localité de Bingerville, le présent travail vise à caractériser la lithostratigraphie complète dans cette localité. De cet objectif principal, résultent les objectifs spécifiques suivants:

- Reconstituer les déblais issus du forage P1 à l'aide des enregistrements de gamma ray;
- Compléter la lithologie des formations du Continental terminal à Bingerville;
- Caractériser le paléoenvironnement des formations sédimentaires du Continental terminal à Bingerville.

2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE DE LA LOCALITÉ DE BINGERVILLE

La commune de Bingerville est une zone côtière de la Côte d'Ivoire située à l'Est de la ville d'Abidjan. De coordonnées 05°35'N et 3°89'W, elle couvre une superficie de 664 km² (Figure 1). Son relief est constitué de hauts plateaux et de plaines. Le forage P1 réalisé dans cette localité a pour coordonnées 3°54'W et 5°21'N avec une altitude de 21,68 m (Figure 1).

La Côte d'Ivoire est caractérisée par deux unités géologiques majeures inégalement réparties: un socle précambrien qui couvre 97,5 % du territoire ivoirien et un bassin sédimentaire secondaire-tertiaire avec 2,5 % du territoire. Ce bassin comprend une partie immergée (offshore) et une partie émergée (Onshore). C'est dans cette dernière partie que se sont développées les unités géologiques de Bingerville plus précisément dans sa partie nord qui est séparée de la partie sud par la faille des Lagunes.

La géologie de Bingerville a été mise en place par les différents mouvements géologiques qui caractérise la partie sédimentaire de la Côte d'Ivoire. Le premier mouvement est celui de l'ouverture de l'Océan Atlantique qui a occasionné la mise en place du bassin sédimentaire ivoirien. La structuration de ce bassin s'est poursuivie en quatre phases [4], [5] à savoir: la phase rifting d'âge Barremien-Albien, la phase d'océanisation initiale au Cénomani-Sénonien, la phase d'océanisation maximum qui part du Campanien au Maastrichtien et la phase d'océanisation finale au Tertiaire.

Les unités géologiques de Bingerville [1], [2] se situent entre l'Oligocène et le Quaternaire. La stratigraphie de Bingerville est donc établie comme suit:

- **Oligocène:** seul l'Oligocène inférieur existe à Bingerville. Les formations sont constituées d'argilites grises à fines intercalations de sables très fins déposées dans un lac deltaïque à influence marine;
- **Plio-pléistocène:** il est composé de dépôts fluviatiles et de la Terre de barre inférieure dans le compartiment nord où il repose en discordance sur l'Oligocène. Les dépôts fluviatiles comprennent les kaolins secondaires et les sables quartzeux à granulométries variables. La Terre de barre inférieure comprend des sables silto-argileux rubéfiés avec parfois des grès ferrugineux;
- **Holocène:** l'Holocène comprend la « Terre de barre » supérieure et les dépôts lagunaires. Les dépôts de la Terre de barre supérieure sont constitués de sables silto-argileux rubéfiés accompagnés de grès ferrugineux.

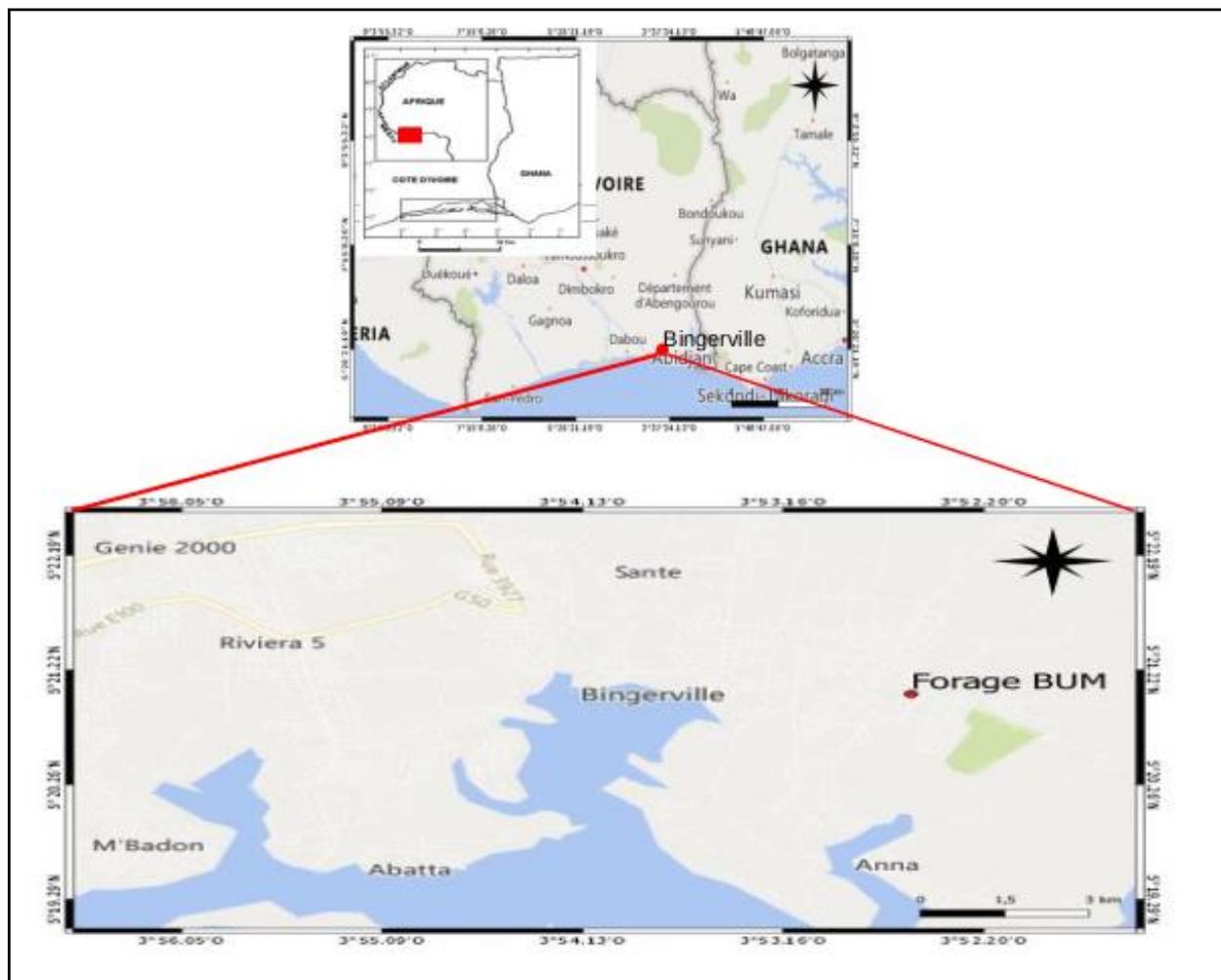


Fig. 1. Positionnement du forage P1 de la localité de Bingerville

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 ACQUISITION DES DONNÉES SUR LE TERRAIN

Le forage P1 a atteint le socle à 147m. Il recoupe les formations du socle sur une épaisseur de 2m; ce qui donne une épaisseur totale de 149m. La technique de forage adoptée est celle au rotary. Le forage réalisé dans le présent travail s'est effectué verticalement dans un terrain constitué de sédiments silico-clastiques. Au total, 149 échantillons ont été prélevés et étiquetés par pas de 1m.

L'acquisition des enregistrements du gamma ray se fait en mesurant par une sonde la radioactivité naturelle existante dans les roches (K, U, Th) tout en descendant dans le trou du forage. Au fur et à mesure que la sonde descend, on enregistre de manière continue les variations de la radioactivité naturelle des roches traversées.

A la fin des enregistrements, un intervalle d'enregistrement de 10cm est retenu en vue de la reconstitution de la lithologie du puits. Les données sont exportées en format Excel avec l'extension.xlsx. L'unité utilisée est l'A.P.I. (American Petroleum Institute).

3.2 ANALYSE LITHOLOGIQUE

3.2.1 DESCRIPTION LITHOLOGIQUE

Le matériel principal a étudié est constitué de déblais de forage issus de roches détritiques terrigènes. Elle consiste à décrire chaque échantillon sec et à rechercher les caractéristiques suivantes:

- **Aspect:** l'aspect peut être meuble ou consolidé.
- **Couleur:** elle est déterminée sur les sédiments secs en s'appuyant sur la charte du code Munsell.
- **Test à l'hcl à 10 %:** il met en évidence la présence de minéraux carbonatés dans la formation. Si l'effervescence est rapide, on a la présence de calcite et si elle est lente, il y a présence de dolomite.
- **La minéralogie:** mono-minéral ou bi-minéraux ou poly-minéraux.
- **L'induration de la roche:** cinq principaux types d'induration sont connues [6]. Ce sont meuble, friable, dure, très dure et extrêmement dure. Pour la classe des lutites (silts et argiles), en plus des cinq types, sont rajoutés l'induration douce et plastique lorsque cette classe est au contact de l'eau.

3.2.2 ESTIMATION DES PROPORTIONS DES CLASSES GRANULOMÉTRIQUES

Les déblais de forage sont pour la plupart constitués d'un mélange de sédiments. Comme les déblais à étudier sont des échantillons de dépôts terrigènes alors chaque échantillon sera séparé en trois classes à savoir les rudites, les arénites et les lutites.

La séparation consiste à prélever 100g d'échantillons secs qui sont tamisés par voie humide au travers d'une colonne de deux tamis à maille décroissante (2mm_0,063mm). Chaque tamis est brassé délicatement par ordre de grandeur des mailles sous un jet d'eau jusqu'à ce que l'eau sortant de la maille 0,063mm soit limpide. Pour chaque tamisage, l'eau sortant du tamis 0,063mm est recueillie dans un bocal

A la fin du lavage, on obtient les rudites dans le tamis 2mm, les arénites dans le tamis 0,063mm et les lutites dans le seau. Les rudites et les arénites sont séchés à l'étuve pendant 8h à 60°C. Pour les lutites, on laisse les sédiments décantés pendant 24h puis on effectue un siphonage. Le processus est répété jusqu'à ce qu'il soit impossible d'effectuer un nouveau siphonage. Après le siphonage, les lutites sont également séchées à l'étuve pendant 24h à 80°C.

Après ces différents traitements et séchage, on procède au calcul de chaque classe granulométrique dans chaque échantillon lavé.

- Cas des rudites et des arénites

La formule pour le calcul est:

$$\% \text{Classe} = \frac{\text{Poids}_{\text{classe}}}{100} \times 100$$

% Classe = %Rudite ou %Arénite dans le déblai, Poids_Classe = poids de la classe.

- Cas des lutites

La formule pour le calcul est:

$$\% \text{Lutite} = 100 - (\% \text{Rudite} + \% \text{Arénite})$$

3.3 ANALYSE DES SIGNATURES GAMMA-RAY

Les lutites sont constitués de silts et d'argile en terme granulométrique. En plus des caractéristiques mentionnées précédemment, il est question dans le cas des lutites d'estimer la proportion relative de silts et d'argiles de la lutite. Une sensation de petits grains entre les dents correspond à des silts, dans le cas contraire, on aura des argiles. Il est aussi de distinguer les silts des argiles lorsque la roche est écrasée en présence d'eau dans un support en verre; une sensation de petits grains correspond à des silts et le cas contraire donne des argiles. Les termes intermédiaires tels que silt argileux et argile silteuse pourront être déterminés.

Les lithologies à étudier sont basées sur l'examen de déblais et enregistrées en pourcentage de chaque type de sédiments dans chaque déblai (sédiments mixtes argileux, lutites, sables et graviers). La colonne lithologique est établie en utilisant les enregistrements du gamma ray (GR) pour distinguer les sédiments mixtes réels argileux des sédiments mixtes argileux créés lors du forage qui a occasionné le mélange des sédiments. Ces enregistrements donnent une bonne interprétation des limites de couche. Le pas d'enregistrement est de 10cm; ce qui donne une meilleure lithologie que les déblais dont le pas est de 1m. Les lutites montreront des valeurs GR très élevées, les sables et graviers des valeurs GR faibles.

Les sédiments mixtes réels argileux auront des valeurs GR continues pendant que ceux créés par le forage présenteront des alternances de valeurs GR faibles et des valeurs GR fortes. Les valeurs faibles correspondront aux sables et/ou aux graviers. Pour des sédiments mixtes constitués uniquement de sables et graviers (créés ou réels), la distinction entre ces deux lithologies seront difficiles au regard des valeurs GR qui sont presque égales. Quant aux valeurs fortes, elles correspondront aux roches argileuses (lutites).

A la fin de l'analyse des différentes valeurs de GR, la colonne lithologique peut alors être établie tout en définissant les vrais termes lithologiques sous le logiciel STRATER 5.

Les valeurs GR permettront également de calculer la proportion des argiles à l'aide de formule suivante (RIDER, 2006):

$$I_{sh} = \frac{GR - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}}$$

Ish = indice d'argile en pourcentage, **GR** = valeur GR de la profondeur choisie, **GRmin** = valeur GR d'un épais banc de sables propres (ligne des sables) et **GRmax** = valeur GR d'un épais banc de shale (ou argile).

Un exemple de lignes de sables et de shales (argile) est présenté sur la figure 2.

Les sédiments étudiés sont ceux du Continental terminal dont l'âge est du Tertiaire. Une correction doit être alors portée à l'indice d'argile (Ish). La formule devient alors:

$$V_{sh} = 0,33(2^{2I_{sh}} - 1)$$

Vsh = volume réel d'argile en pourcentage.

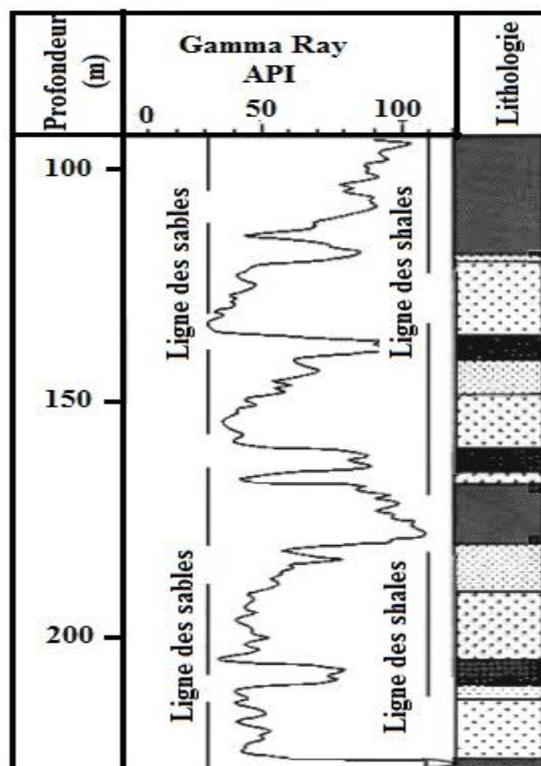


Fig. 2. Lignes de sables et de shales représentées sur le Log Gamma Ray [7]

3.4 NOMENCLATURE DES DÉBLAIS

Sur la base des différentes proportions (rudite, arénite et lutite), un nom sera attribué au sédiment selon le diagramme ternaire G.S.B (Gravier_Sables_Boue) [8]. Les graviers correspondant aux rudites, les sables aux arénites et les boues aux lutites. Il présente également la nomenclature des sédiments mixtes (Figure 2). Dans ce diagramme, on distingue trois catégories de sédiments et roches:

- Les sédiments et roches propres qui sont au nombre de trois: Gravier/Conglomérat, Sable/Grès et Boue/Pélite;
- Les sédiments et roches mixtes à deux éléments sont constitués de six types de roches: Gravier sableux/Conglomérat sableux, Gravier boueux/Conglomérat boueux, Sable graveleux/Grès graveleux, Sable boueux/Grès boueux, Boue graveleuse/Pélite graveleuse et Boue sableuse/Pélite sableuse;
- Les sédiments et roches mixtes à trois éléments sont également constitués de six types de roches: Gravier sablo-boueux/Conglomérat sablo-boueux, Gravier bouo-sableux/Conglomérat bouo-sableux, Sable gravelo-boueux/Grès gravelo-boueux, Sable bouo-graveleux/Grès bouo-graveleux, Boue gravelo-sableuse/Pélite gravelo-sableuse et Boue sablo-graveleux/Pélite sablo-graveleuse.

Pour le ploting des différentes proportions de classes granulométriques sur ce diagramme, le logiciel de statistique Sigmatplot a été utilisé.

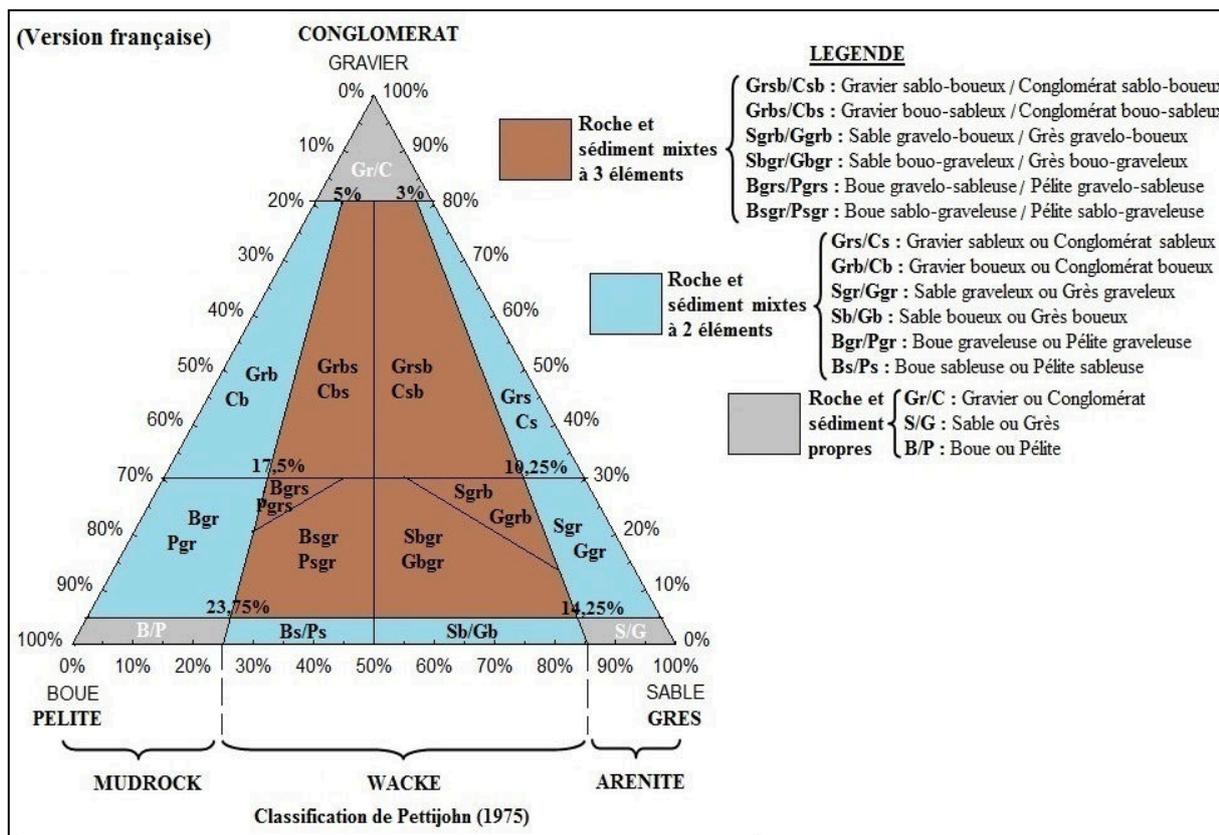


Fig. 3. Diagramme ternaire GSB de la classification des sédiments et roches mixtes [8]

4 RÉSULTATS

4.1 LITHOLOGIE DES DÉBLAIS DE FORAGE

La dispersion des sédiments du forage P1 sur le diagramme ternaire GSB montre six (6) types de sédiments regroupés en trois catégories à savoir: les sédiments propres, les sédiments mixtes à deux éléments et les éléments mixtes à trois éléments (Figure 4).

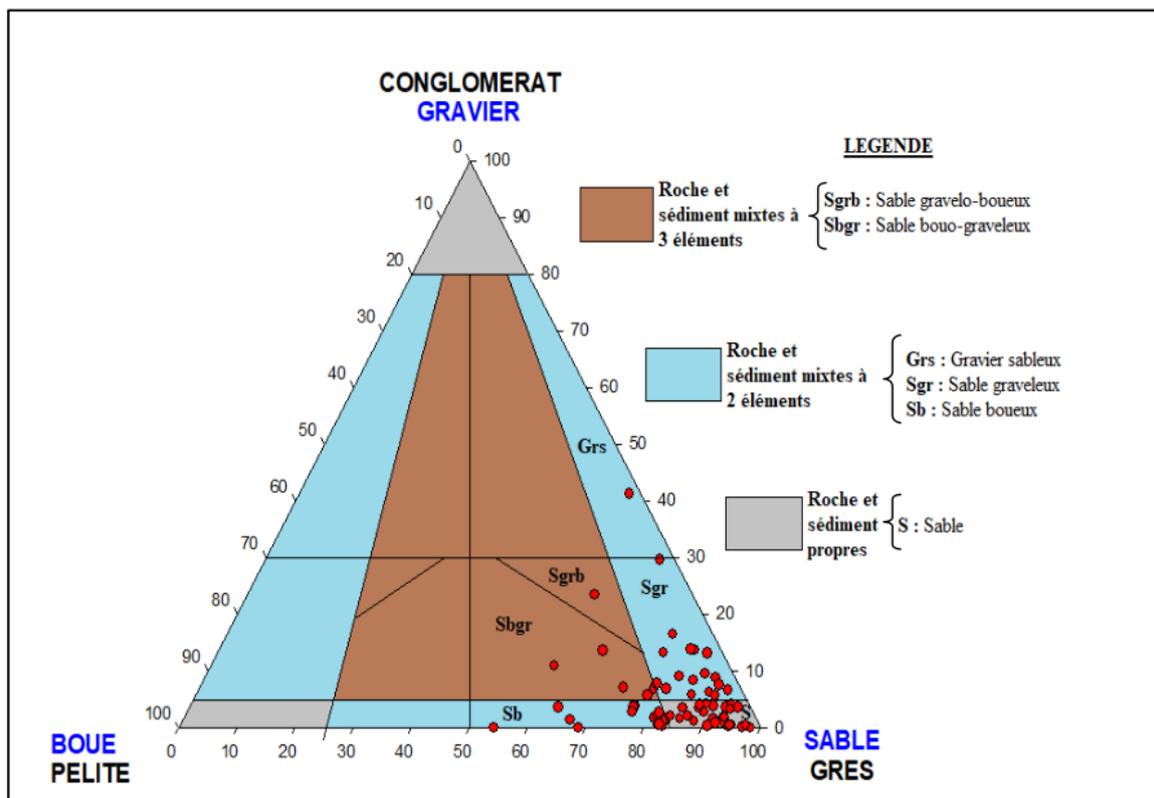


Fig. 4. Plotting des déblais du forage P1 de Bingerville sur le diagramme ternaire GSB

Les sédiments propres sont composés principalement de sables quartzeux. Ils représentent 40,63 % des sédiments du forage P1. Ils présentent trois types de colorations: rose orange modéré, rose orange grisâtre et orange jaune pâle (Figure 5). Les proportions relatives de matrice et de gravier dans ces sables sont respectivement 1,73_14,4% et 0_4,2%.



Fig. 5. Couleurs des sables quartzeux. A: rose orange grisâtre; B: orange jaune pâle

Les sédiments mixtes à deux éléments sont composés par ordre d'abondance de sables graveleux (26,56%), de sables boueux (21,88%) et de graviers sableux (1,56%).

Les sables graveleux ont une épaisseur variant de 2 à 10m dans le forage. Les couleurs sont variables selon les profondeurs à savoir rose orange modéré et orange jaunâtre pâle (Figure 6). Dans les sables graveleux, la proportion de matrice varie de 2,27 à 13,87% et celle de sable de 67,95 à 91,1%. La proportion de gravier est par contre comprise entre 5,64 et 29,58%.

Les sables boueux sont de deux types suivant la minéralogie. Dans le premier type, la fraction sableuse est constituée principalement de grains ferrugineux et parfois de quartz. Quant à la fraction boueuse, elle est constituée de silts et d'argile. Il se situe dans les premières profondeurs entre 0 et 11m. Les grains ferrugineux dérivent de l'encroûtement des kaolins suite à leur affleurement. Le premier type correspond donc à des kaolins silteux présentant des sables ferrugineux. La couleur de ces

kaolins est orange rougeâtre modéré traduisant ainsi leur caractère oxydé. Le deuxième type comprend des sables quartzeux et la fraction boueuse contient des silts et des argiles. Les silts sont plus abondants que les argiles. Ce sont donc des sables quartzeux silto-argileux. La couleur de ces sédiments est rose orange modéré à rose orange grisâtre mais entre la cote 127 à 129m, la couleur est gris-sombre. Le pourcentage de gravier dans les sables boueux reste inférieur à 4%. Les pourcentages de sables et de la matrice sont respectivement compris entre 54,14 et 83,1% et entre 15,4 et 45,86%.

Les graviers sableux sont colorés en orange jaune pâle. Ils ne représentent que 2m de tout le forage P1 et se situent entre les cotes 101 à 103m. Les pourcentages de gravier, de sable et de matrice dans les graviers sableux sont respectivement 41,28%, 56,85% et 1,87% (Figure 7).

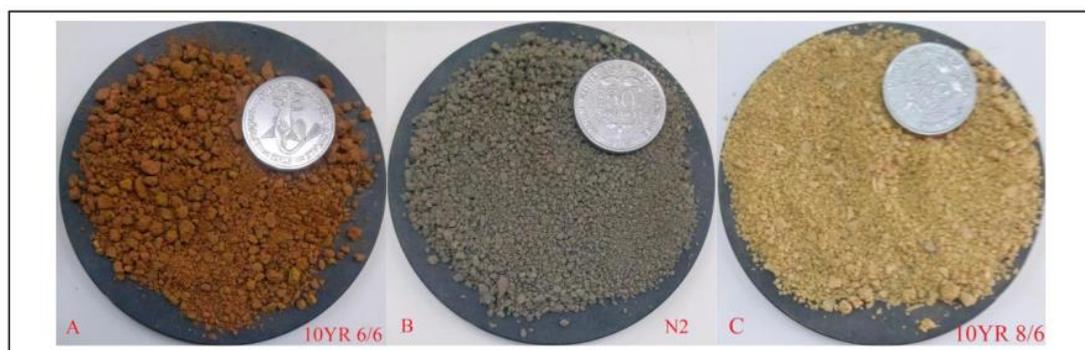


Fig. 6. Sédiments mixtes à deux éléments. Sables boueux: A: orange rougeâtre modéré; B: gris-sombre; C: orange jaune pâle



Fig. 7. Sédiments mixtes à deux éléments. A: Sable graveleux rose orange modéré; B: Gravier sableux orange jaune pâle

Les sédiments mixtes à trois éléments sont constitués de sables bouo-graveleux (7,81%) et de sables graveleux-boueux (1,56%).

Les sables bouo-graveleux sont situés dans trois intervalles de profondeur (21_25m, 27_31m et 109_111m). L'ensemble de la couleur des sables bouo-graveleux est rose orange modéré sauf dans l'intervalle 109_111m où la couleur est rose orange grisâtre. La fraction boueuse renferme par ordre d'abondance des silts quartzeux et de l'argile. Quant à la fraction graveleuse, elle est composée de quartz. Les sables bouo-graveleux renferment par ordre d'abondance du sable (59,07_78,26%), de la matrice (14,87_30%) et du gravier (5,63_13,62%).

Les sables graveleux-boueux ne sont présents qu'entre les profondeurs 19m et 21m. Avec une couleur rose orange modéré, ces sédiments sont composés par ordre d'abondance de sables (59,86%), de graviers (23,41%) et de matrice (16,73%). La taille des graviers dans tous les sédiments étudiés est comprise entre 2 et 4 mm; ce sont donc graviers très fins.



Fig. 8. Sédiments mixtes à trois éléments. A: Sables bouo-graveleux rose orange modéré; B: Sables bouo-graveleux rose orange grisâtre; C: Sables gravelo-boueux rose orange modéré

4.2 RECONSTITUTION LITHOLOGIQUE DES DÉBLAIS

Le forage P1 a traversé les roches sédimentaires sur une épaisseur de 147m et les roches du socle précambrien sur une épaisseur de 2m.

Les données de pourcentages lithologiques combinées aux enregistrements du GR mettent en évidence deux types de lithologies qui sont: les sédiments propres (sables et boues) et les sédiments mixtes à deux éléments (sables boueux, sables graveleux et graviers sableux).

Les sédiments mixtes trois éléments identifiés dans les pourcentages lithologiques sont ici absents; cela montre que ces lithologies ont été créées au cours du forage par le mélange des déblais. Pour le calcul de volume d'argile, la ligne de sables (GRmin) est fixée à 5 API et celle des shales (GRmax) à 130 API.

Les sables quartzeux ont des valeurs GR variant de 0 à 40 API en fonction de la quantité d'argile. Les valeurs allant de 0 à 20 API correspondent à des sables ayant moins de 6% d'argile. Celles oscillant entre 20 à 40 API montrent plutôt des sables ayant une quantité d'argile comprise entre 6 et 16%. Ces dernières sont caractérisées par des sables à fines intercalations de kaolin aux profondeurs 89_96m, 114_120,5m et 131,5_147m. Les signatures GR des sables montrent des valeurs continues (20 API) accompagnées de pics de valeurs (entre 20 et 40 API). Les valeurs continues correspondent aux sables et les pics aux fines intercalations de kaolin. Les sables quartzeux sont les plus représentatifs dans l'ensemble des sédiments. Les épaisseurs des sables quartzeux du forage P1 varient de 2 à 15m suivant leurs positions dans le forage.

Les boues proviennent des déblais de kaolins et de formations argileuses gris-sombre. Ces roches sont constituées de silts quartzeux et d'argile dont la fraction silteuse étant la plus abondante; ce sont des siltites argileuse. On distingue les siltites argileuses roses (kaolins) et les siltites argileuses gris-sombre.

Les kaolins montrent des valeurs GR comprises entre 60 et 90 API. On rencontre néanmoins une valeur GR de 126,7 API à la cote 110m. Sur le log GR, les kaolins se caractérisent par des pics. L'épaisseur maximale des couches de kaolins avoisine les 3m. Ils sont le plus souvent intercalés dans les sables quartzeux mais parfois dans les sables graveleux. Le pourcentage d'argile dans ces kaolins oscille entre 28 et 52 % et rarement supérieur à 52 % (cotes 18m, 108m, 110m et 121m) suivant la méthode de calcul à partir du GR; ce qui confirme ainsi le caractère silteux de ces kaolins. Dans les kaolins épais de 2 à 3m, de fines alternances avec du sable et/ou sable graveleux s'observent. L'épaisseur de ces fines couches est de 10 cm et leurs valeurs GR sont comprises entre 40 et 60 API.

Les siltites argileuses gris-sombre ne sont présentes qu'aux cotes 126,9m et 127,7m soit une épaisseur de 71 cm. Elles sont limitées à la base par du sable quartzeux et au sommet par du kaolin. Leurs valeurs GR varient de 63 à 96 API dont le volume d'argile est compris entre 30 et 58 %.

Les sables boueux sont localisés aux onze premières profondeurs (0_12,3m) qui ne sont autres que des kaolins comportant des sables ferrugineux. Ces kaolins renferment également des silts quartzeux et une fraction argileuse peu abondante. En terme granulométrique, on parlera donc de sables silto-argileux. Les valeurs GR de ces kaolins varient entre 60 et 130 API avec quelques pics de valeurs avoisinant les 140 API. Les proportions d'argiles oscillent entre 28 et 100 %. Ces kaolins sont limités à la base par du sable dont on remarque une évolution croissante des valeurs GR dans le sens de la sédimentation (de 12,3 à 9m)

qui se stabilise de 9m à la surface avec des signatures en dents de scie. Ces signatures témoignent de l'alternance des silts et des argiles dans les kaolins. Des ruptures abruptes observables dans ces kaolins aux cotes 6,7m, 9,5m et 11,3m.

Au regard du caractère très oxydé de ces kaolins, ces ruptures correspondent aux surfaces durcies (siltites ferrugineuses très dures) qui sont beaucoup présents dans les kaolins de subsurface [2]. Les autres sables boueux identifiés dans le pourcentage lithologique ne sont que des mélanges de sables et de boues causés par le forage.

Les sables graveleux sont également quartzeux; ce sont des sables graveleux quartzeux dont les proportions d'argile restent inférieures à 4%. Les quantités d'argiles sont moins abondantes dans les sables graveleux quartzeux que dans les sables quartzeux. Les valeurs GR de ces sables graveleux sont inférieures à 15 API. Ils s'alternent avec les sables quartzeux comportant parfois de fines intercalations de kaolins dans l'intervalle 67_75m et 113_115m. Leurs épaisseurs varient de 1 à 10m dans le forage.

Les graviers sableux quartzeux sont localisés entre les profondeurs 101m et 103m avec des valeurs GR inférieures à 8 API. Des valeurs sporadiques comprises entre 8 et 15 API sont signalées dans ces graviers. Le pourcentage d'argile dans les graviers sableux est inférieur à 1% et rarement compris entre 1 et 4%.

Les différentes lithologies décrites ci-dessus sont résumées sur la figure 9. Les différentes couleurs identifiées dans ce forage permettent de distinguer deux types d'environnement de dépôts: un environnement riche en oxygène (couleur orange jaune pâle et dégradé de rose) et un environnement réducteur avec préservation de la matière organique (couleur gris-sombre). L'environnement réducteur est intercalé dans l'intervalle (126,9_127,6m) donnant ainsi deux séquences d'environnements oxydés situées dans les intervalles (0_129,9m) et (127,6_146,9m).

5 DISCUSSION

Les siltites argileuses gris-sombre de Bingerville qui traduisent une préservation de la matière organique dans un milieu réducteur ont été datées de l'Oligocène inférieur dont l'environnement spécifique est de type prodeltaïque [2]. La disposition des kaolins et des autres sédiments (graviers et sables) de coloration variée (couleur orange jaune pâle et dégradé de rose) sont très caractéristiques des milieux fluviatiles dans le bassin onshore ivoirien [1-3]. Les fines intercalations rencontrées dans les sables quartzeux et les sables graveleux quartzeux ne sont en réalité que des galets de kaolin dispersés dans ces sédiments qui se rencontrent très fréquemment dans les formations fluviatiles du bassin onshore ivoirien [1].

Les siltites argileuses gris-sombre s'intercalent dans les sédiments fluviatiles, ce qui traduit une période de transgression au cours des dépôts des formations de Bingerville. Les environnements fluviatiles correspondant à deux épisodes de régressions. Les dépôts fluviatiles sous les formations gris-sombre serait également de l'Oligocène inférieur. Ceux situés au-dessus des formations gris-sombre sont par contre datés du Plio-pléistocène [1]. Cette configuration d'environnement de dépôts dans le bassin onshore est signalée dans de précédents travaux [3] à la seule différence que ces auteurs ont mis en évidence plusieurs séries de régression-transgression.

Les types de sédiments fluviatiles permettent de distinguer des périodes crues et d'étiages. Les crues favorisent les dépôts de kaolins dans les plaines d'inondation ainsi créées; l'épaisseur des couches kaoliniques donne une idée de la durée des crues. Plus la durée est longue et plus l'épaisseur des couches est grande. Les périodes d'étiages correspondent aux dépôts de sables, de graviers sableux et de sables graveleux dans les différents chenaux fluviatiles.

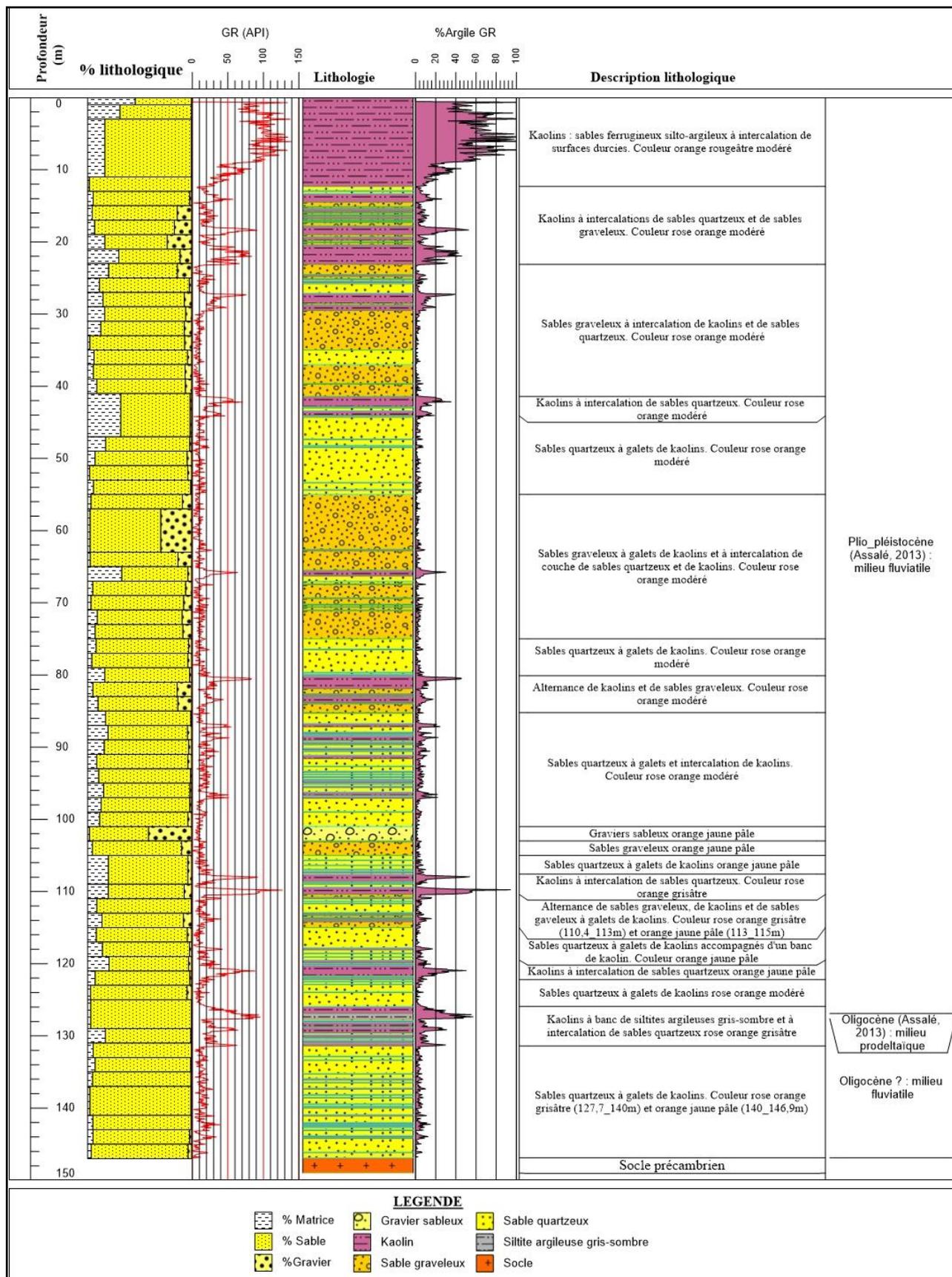


Fig. 9. Log lithostratigraphie des formations du puits P1 de la localité de Bingerville

Il est bon de savoir que les crues peuvent se produire à tout moment et n'importe où sous tous les climats. Mais, selon [9], la fréquence, l'intensité et le régime des crues enregistrés sur plusieurs années dans une aire stable sont essentiellement représentatifs d'un environnement climatique durable.

Dans les puits, les dépôts sableux francs et ceux comportant parfois des galets de kaolin suggèrent, selon [10], des dépôts dans les chenaux fluviaux. Selon les mêmes auteurs, les dépôts d'argiles (ici des kaolins) marquent la fin des dépôts de chenaux (dépôts sableux) au profil des dépôts dans les plaines d'inondations fluviales. Les kaolins comportant des intercalations de dépôts sableux marquent un renouvellement du flux sableux dans la plaine d'inondation [10].

6 CONCLUSION

La reconstitution lithologique dans les formations du puits P1 de Bingerville par diagraphie met en évidence deux grands groupes de lithologies à savoir les sédiments propres et les sédiments mixtes à deux éléments. Ces groupes forment quatre lithologies distinctes qui sont les sables, les boues, les sables graveleux et les graviers sableux.

A l'exception des boues, la minéralogie des sédiments est constituée principalement de quartz. Ces sédiments sont constitués d'une multitude de couleurs (orange jaune pâle et dégradés de rose). Les valeurs GR des sédiments sableux et graveleux sont le plus souvent inférieures à 20 API. Elles oscillent entre 20 et 40 API pour les sédiments renfermant des galets de kaolins. Leurs proportions en argiles sont inférieures à 10%.

Les boues par contre, renferment plus de silts quartzeux que de fraction argileuse; ce sont donc des siltites argileuses. Deux types de siltites se distinguent: les kaolins de coloration variable (dégradés de rose et orange rougeâtre modéré) et les siltites argileuses gris-sombre. Les kaolins orange rougeâtre modéré qui se retrouvent aux premières cotes (0-11m) comportent des nodules ferrugineux dus à l'oxydation très poussée de ces kaolins. Les valeurs GR moyennes des siltites sont de 60 API. Des valeurs extrêmes (100 API < GR < 140 API) se rencontrent dans certains bancs de kaolins. Le pourcentage moyen d'argiles dans les boues est de 35%.

Deux types d'environnement de dépôt caractérisent les dépôts de Bingerville: un environnement fluvial et un environnement prodeltaïque. L'environnement fluvial comporte les sédiments sableux et graveleux déposés dans des chenaux fluviaux et les kaolins dans des plaines d'inondation. Le milieu prodelta est constitué des siltites argileuses gris-sombre. Les signatures GR montrent que les siltites argileuses sont intercalées dans les sédiments sableux et graveleux.

Il y a donc eu une venue marine dans la localité de Bingerville qui est encadré par deux dépôts fluviaux.

REFERENCES

- [1] Gbangbot J-M. K., Digbehi Z. B., Yao N. J-P., Monde S., Yao A. N., 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. Euro Journals Publishing, Vol. 86 No 1 September, pp.41-52, 2012.
- [2] Assalé F. Y. P., Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations connexes à la faille des lagunes (Est du bassin onshore de Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat univ. Univ. F.H.B, Côte d'Ivoire, 361p, 2013.
- [3] Affoumou P. C., Caractérisation lithostratigraphique du Continental terminal ivoirien: aspects granulométrique et pétrophysique du forage APC de Dabou. Mémoire de master. Univ.F.H.B. 72p, 2019.
- [4] Digbéhi Z., Etude comparée de la sédimentation de premier stade d'ouverture de l'Atlantique: Golfe de Guinée – Golfe de Gascogne (sédimentologie-biostratigraphie). Thèse de doctorat, Univ. de Pau et des pays de l'Adour, 296 p, 1987.
- [5] Sombo B. C., Etude structurale et sismo-stratigraphie off-shore de Côte d'Ivoire, marge passive entaillée d'un canyon. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Université d'Abidjan, 350 p, 2002.
- [6] Maurice E. T., Sedimentary Rocks in the Field. Third EDITION. Department of Geological Sciences University of Durham, UK. John Wiley & Sons Ltd, England, 234p, 2003.
- [7] Rider M.H., The geological interpretation of well logs. Rider-French Consulting Ltd (Edit), Second edition, 280p, 2002.
- [8] Assalé F. Y. P. et Aka K., 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, pp 1193-1202, 2019.
- [9] Macaire J. J., L'enregistrement du temps dans les dépôts fluviaux superficiels. De la géodynamique à la chronostratigraphie. In: Quaternaire, vol. 1, n°1, 1990. pp. 41-49, 1990.
- [10] Nio S.D., Bohm, A.R, Brouwer J.H., De Jong M.G.G., and Smith D.G., Climate stratigraphy, principles and applications in subsurface correlation, EAGE Short Course Series 1, 107 pp, 2006.