

## Caractérisation des électro-faciès et faciès lithologique des systèmes fluviaux du Continental terminal Ivoirien: Cas du forage BNC1

### [ Electro and lithological facies characterization of the fluvial systems of the Ivorian Continental Terminal: Case of BNC1 drilling ]

*Ble N'Tayé Christian Arnaud<sup>1</sup>, Assalé Fori Yao Paul<sup>2</sup>, Ouattara Gbélé<sup>1</sup>, Dezaï Lemanois Eudes Evrard<sup>2</sup>, Deneanh Stéphane<sup>2</sup>, and Monde Sylvain<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>UMRI68, Laboratoire du Génie Civil, Géosciences et Sciences Géographiques (CGSG), Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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:** The study is a contribution to the characterization of electro-facies and lithologic facies of fluvial systems in Ivorian Continental Terminal by analyzing gamma ray recordings and lithologic percentage data. The lithostratigraphy of the well was reconstructed using Strater software by a combined analysis of GR recordings and litho-granulometric data. The analyzes reveal nine litho-granulometric facies in this well and are mainly composed of coarse sands. These are medium clayey slity sands, coarse clayey slity sands, medium sands, coarse sands, medium gravelly sands, coarse gravelly sands, very coarse gravelly sands, gravels with coarse sands and kaolins. About the electro-facies, the analysis of log GR revealed 21 diagraphic facies (electro-facies) including 4 baselines, 5 lines of positive turns and 8 negative turns and 4 egg shapes. They have been identified in the lithologic facies. The deposit environment of BNC1 well formations is characterized by log shapes such as: cylindrical, funnel, bell and Serrated. These forms reflect fluvial environments such as braided channels and meandering channels (floodplain).

**KEYWORDS:** Fluviale, electro-facies, logging, lithostratigraphy, channels, Côte d'Ivoire.

**RESUME:** L'étude menée est une contribution à la caractérisation des électro-faciès et faciès lithologiques des systèmes fluviaux du Continental Terminal ivoirien par l'analyse des enregistrements du gamma ray et des données de pourcentage lithologique. La lithostratigraphie du puits a été reconstituée à partir du logiciel Strater par une analyse combinée des enregistrements GR, et des données litho-granulométriques. Les analyses révèlent neuf faciès litho-granulométriques dans ce puits et sont majoritairement composés de sables grossiers. Il s'agit des sables moyens silto-argileux, des sables grossiers silto-argileux, des sables moyens, des sables grossiers, des sables moyens graveleux, des sables grossiers graveleux, des sables très grossiers graveleux, des graviers à sables grossiers et des kaolins. Au niveau des électro-faciès, l'analyse du log GR a révélé 21 faciès diagraphiques (électro-faciès) dont 4 lignes de bases, 5 lignes de tournures positives et 8 tournures négatives et 4 formes en œuf. Ils ont été identifiés dans les faciès lithologiques. L'environnement de dépôt des formations du puits BNC1 est caractérisé par les formes diagraphiques tels que: cylindriques, entonnoirs, cloches et dentelées. Ces formes traduisent des environnements fluviaux de types chenaux anastomosés et chenaux méandriques (plaine d'inondation).

**MOTS-CLEFS:** Fluviale, électro-faciès, diagraphique, lithostratigraphie, chenaux, Côte d'Ivoire.

## 1 INTRODUCTION

La recherche des réservoirs géologiques dans le bassin sédimentaire Onshore ivoirien s'est intensifiée depuis ces décennies surtout dans le cadre de la recherche de nouvelles nappes pour l'alimentation en eau dans les régions du sud de la Côte d'Ivoire. La plupart des explorations se déroulent dans les formations du Continental Terminal situées dans la partie nord du bassin onshore ivoirien [1-3]. Elles ont permis de connaître la lithostratigraphie qui est constituée de dépôts fluviaux généralement qui sont constitués de sables quartzeux à granulométrie très variée intercalés de kaolins. Ces formations sont coiffées par du sable silto-argileux rubéfié appelé Terre de barre.

Parmi les forages réalisés dans cette partie du bassin, il existe plusieurs forages qui ne disposent que des enregistrements diagraphiques et une description sommaire de la lithologie. L'environnement de dépôt et les faciès lithologiques ne sont pas définis dans les formations de ces forages. Il est donc primordial d'initier un calage entre les données sédimentologiques et diagraphiques afin d'interpréter aisément les environnements de dépôts et les faciès lithologiques. L'apport des méthodes diagraphiques dans la reconstitution de l'environnement de dépôts sédimentaires est donc une nécessité.

C'est dans ce contexte de recherche, que la présente étude a été réalisée sous le thème suivant: « Caractérisation des électro-faciès et faciès lithologique des systèmes fluviaux du continental terminal ivoirien: Cas des du forage BNC1 ». L'intérêt d'une telle étude est l'interprétation des variations de faciès d'une part, et d'autre part de quantifier au mieux les processus sédimentaires et les événements géologiques dans le temps.

Ainsi de l'objectif général qui est de caractériser et interpréter les faciès des systèmes fluviaux du continental terminal ivoirien par le traitement des données diagraphiques, en vue de l'identification des différents réservoirs, découle les objectifs spécifiques suivants:

- Etablir la lithostratigraphie du forage BNC1;
- Déterminer les caractéristiques granulométriques et diagraphiques des sédiments de cette zone;
- Reconstituer le paléoenvironnement du Continental terminal par l'analyse des formes des signatures diagraphiques.

## **2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE**

La zone d'étude est située dans la commune de Cocody (ANGRE) qui est une zone côtière de la Côte d'Ivoire située dans l'Est de la ville d'Abidjan. De coordonnées 05°35'N et 3°89'W, elle couvre une superficie de 664 km<sup>2</sup> (Figure 1). Son relief est constitué de hauts plateaux et de plaines. Le forage BNC1 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 d'ANGRE plus précisément dans sa partie nord qui est séparée de la partie sud par la faille des Lagunes.

La géologie d'ANGRE a été mise en place par les différents mouvements géologiques qui caractérisent 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 d'ANGRE sont celle du Continental terminal qui est établie comme suit [1]:

- Plio-pléistocène: il est composé de dépôts fluviaux et de la Terre de barre inférieure dans le compartiment nord où il repose en discordance sur le socle précambrien. Les dépôts fluviaux comprennent les kaolins secondaires et les sables quartzueux 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.

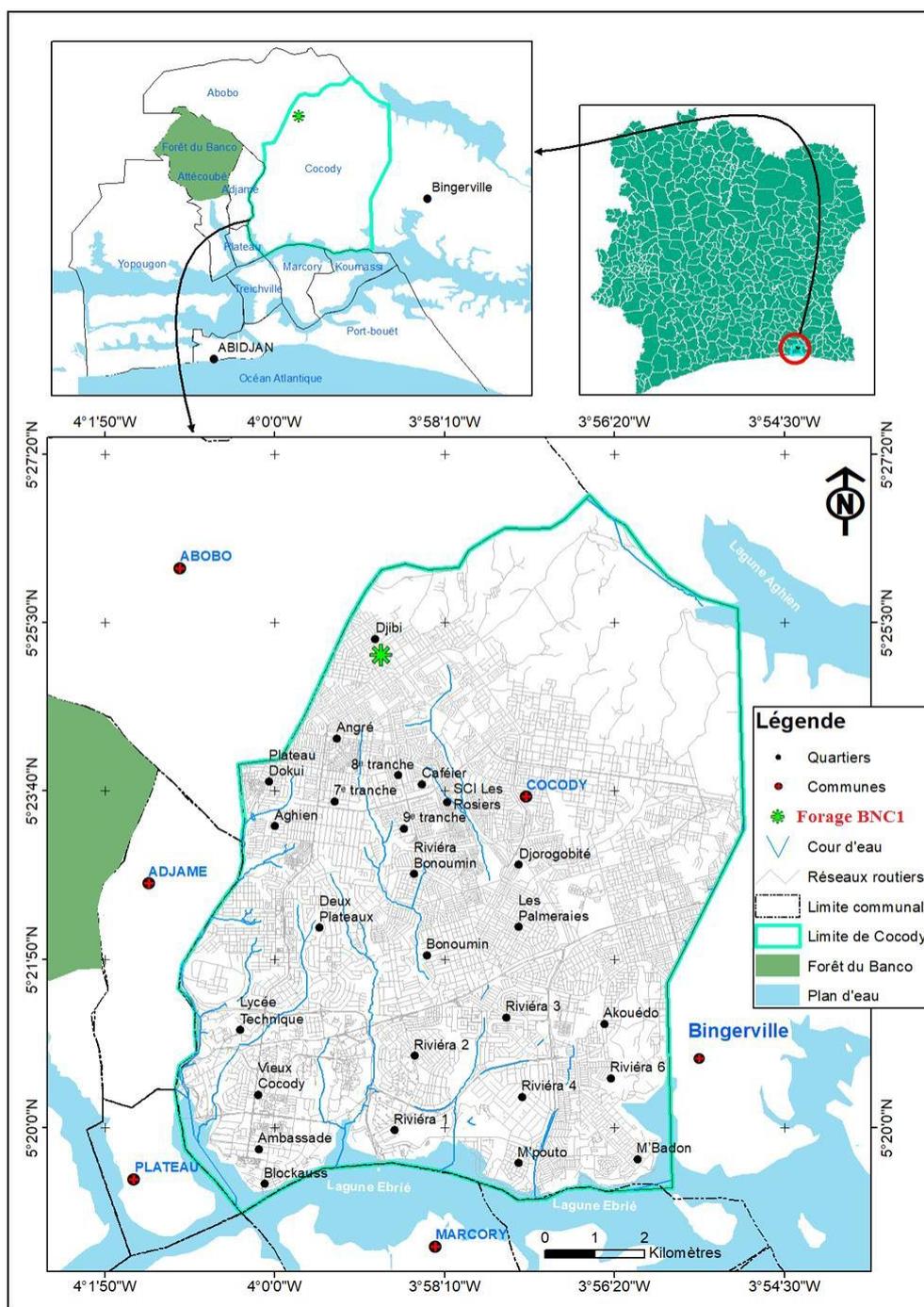


Fig. 1. Localisation du forage BNC1

### 3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### 3.1 RECONSTITUTION LITHOLOGIQUE PAR GAMMA-RAY

Le forage BNC1 a fourni un total de 142 échantillons par pas de 1m. Les déblais de forage sont de roches détritiques terrigènes. Chaque échantillon sec est décrit en vue de la recherche des caractéristiques suivantes:

- Test à L'HCL à 10 %: il met en évidence la présence de minéraux carbonatés dans la formation
- Aspect: l'aspect peut être meuble ou consolidé
- Couleur: elle est déterminée sur les sédiments secs en s'appuyant sur la charte de Munsell
- La minéralogie: mono-minéral ou bi-minéraux ou poly-minéraux

- Induration de la roche: cinq principaux types d'induration sont connues [6]: meubles, friable, dure, très dure et extrêmement dure. Pour la classe des lutites (sils et argiles), en plus des cinq types, sont rajoutés l'induration douce et plastique lorsque cette classe est au contact de l'eau
- Granulométrie des fractions sableuses suivants une colonne de tamis

La reconstitution lithostratigraphique est réalisée en utilisant les enregistrements du gamma ray (GR) pour distinguer les sédiments mixtes réels argileux des sédiments mixtes argileux créée lors du forage qui a occasionné le mélange des sédiments.

Ces enregistrements permettent de mieux définir les limites de couche. Au regard du pas d'enregistrement qui est de 10 cm, une meilleure lithologie sera établie en comparaison avec celle effectuée par les déblais dont le pas est de 1 m. Les argiles montreront des valeurs GR très élevées, les sables et graviers des valeurs GR faibles. La discrimination des sédiments mixtes réels argileux et des sédiments mixtes argileux occasionnés par le forage se fera par l'uniformisation des valeurs GR dans l'intervalle considéré. Si les enregistrements GR sont continus dans l'intervalle concerné alors les sédiments mixtes argileux sont réels. Par contre, si ces enregistrements présentent des alternances de valeurs GR faibles et des valeurs GR fortes alors, les sédiments mixtes argileux ont été provoqués par le forage; les faibles valeurs correspondant aux sables et/ou graviers et les fortes valeurs aux argiles. Pour des sédiments mixtes constitués uniquement de sables et graviers (créés ou réels), la distinction entre ces deux lithologies sera difficile au regard des valeurs GR qui sont presque égales.

### 3.2 ANALYSE DES ELECTRO-FACIES

Une fois la lithologie établie, on trace des intervalles entre lesquels la valeur de la diagraphie est constante (lignes de base), des lignes de tournure (augmentation ou diminution des valeurs de la diagraphie), des lignes des formes (cloche, cylindre, œuf, entonnoir), des ruptures abruptes ou changements et des pics à valeurs très fortes (anomalies).

#### 3.2.1 LIGNES DE BASE

Une ligne de base est une valeur verticalement constante de log. Elle a une signification aussi lithologique que stratigraphique. Cette technique implique que ni les argilites ni les sables ne changent verticalement, par conséquent, les réponses cohérentes qui dans les termes stratigraphiques signifient qu'elles proviennent de la même formation. Quand la formation change, les lignes de base changent également (Figure 2).

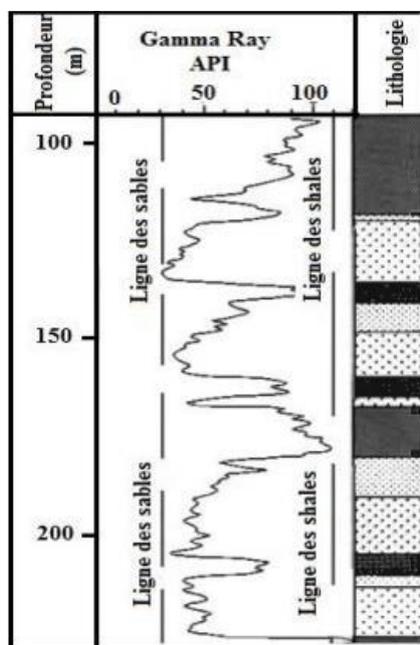


Fig. 2. Lignes de base sur un log Gamma Ray

#### 3.2.2 TOURNURES

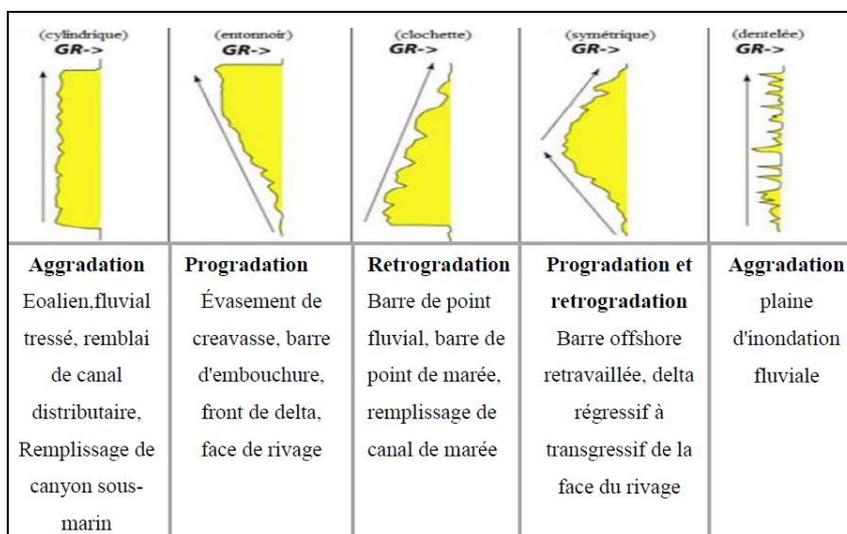
C'est un changement persistant d'une valeur de log au-delà d'une certaine épaisseur, soit croissante ou décroissante. Des tournures peuvent avoir plus d'un mètre, quand elles sont associées aux lits et aux jonctions de lits, dizaines de mètre quand elles sont plus

probablement associées aux cycles ou aux séquences et des centaines de mètres quand elles sont associées aux larges structures ou aux remplissages des bassins. Des tournures de plus petites épaisseurs peuvent se produire dans de longues tournures comme des variations de second ordre. Chaque changement dans les valeurs de log de quelques mètres peut être considéré comme une tournure mais il n’y a généralement pas de signification géologique à cette échelle. Des tournures de plus grandes épaisseurs peuvent cependant indiquer des changements persistants dans la sédimentation tels que des successions de granoclassements inverses ou normaux (Figure 3).

### 3.2.3 TYPES DE FORMES

Les formes des signatures diagraphiques ont des significations géologiques. Ces formes sont: l’entonnoir (bell), le cylindre (funnel), l’œuf (symmetrical), la cloche (Bell) et les dentelés (Serrated) (Figure 3).

Les différentes formes des signatures diagraphiques permettent de différencier les différents environnements de dépôts. Dans le système fluvial deux formes de dépôt sont connues: les dépôts fluviaux méandriformes et les dépôts fluviaux anastomosés. La distinction entre ces deux types de dépôt peut être effectuée par les signatures diagraphiques. Dans les dépôts méandriformes, la forme en cloche est bien développée et complète dans leurs termes supérieurs où se trouve la phase argileuse ou charbonneuse [7]. Dans les dépôts anastomosés (réseau en tresse), la partie supérieure peut être absente ou réduite du fait de l’érosion de sa partie supérieure. L’aspect diagraphique est de type cylindrique ou asséquentiel avec des contacts inférieurs et supérieurs abrupts [7]. La forme en œuf peut être identifiée dans tous les environnements sédimentaires. Les explications sont différentes en fonction du milieu de dépôt.



**Fig. 3. Différentes formes des signatures du GR [8]**

### 3.2.4 RUPTURES ABRUPTES

Ces ruptures peuvent indiquer des changements dans la lithologie, les fractures structurales, les changements de fluide mais, plus important, elles peuvent indiquer une rupture dans un environnement logique, c’est une rupture dans le flux vertical de faciès latéralement associés. Les ruptures abruptes suivantes sont identifiables:

- Lithologie associée aux ruptures signifie soit une érosion soit une inondation (catastrophe);
- Lithologie non associée aux ruptures signifie une discordance, une faille (changement diagenétique, changement de fluides).

### 3.2.5 PICS ANORMAUX (ANOMALIES)

Les valeurs anormales de GR peuvent être excessivement grandes ou excessivement petites et peuvent avoir une grande importance stratigraphique. La concentration inhabituelle des minéraux dans la discordance ou dans des hardgrounds par exemple, créera souvent un large pic de GR. Les valeurs anormales sont parfois ignorées, non identifiées comme une anomalie ou à tort interprétées lithologiquement. Elles contiendraient des minéraux inhabituels, souvent en petite quantité et la lithologie peut être complexe, comme c’est le cas avec la plupart des hardgrounds.

## 4 RÉSULTATS

### 4.1 CARACTÉRISATION LITHOSTRATIGRAPHIQUE DU FORAGE BNC1

La lithologie de ce puits est composée de cinq faciès qui sont par ordre d'abondance: les sables graveleux, les sables, les sables silto-argileux, les kaolins et les graviers sableux (Figure 4 et 5).

#### 4.1.1 SABLES GRAVELEUX

Ce sont les sédiments les mieux représentés dans ce forage. Ils ont une proportion de 44,37%. Les couleurs de ces sédiments sont orange modéré, orange jaunâtre pâle et rose orange grisâtre. Les épaisseurs des sables graveleux varient de 1,5 à 10m dans le forage. Ces sédiments sont quartzeux. Les grains de quartz sont parfois laiteux. La proportion de sable varie de 61,2 à 88,66% et celle de la Matrice constituée de silts et d'argiles avec une proportion de 4,67 à 12,87%. La proportion de gravier est par contre comprise entre 5,43 et 28,67%.

#### 4.1.2 SABLES

Les sables sont quartzeux, les grains sont pour la plupart translucides et quelques fois jaune-orangé (citrine et hématoïde). Leur proportion dans l'ensemble des sédiments est de 21,79 %. Ce sont les deuxièmes sédiments les plus représentatifs dans ce forage. Les couleurs caractéristiques des sables dans ce forage sont: orange modéré et rose orange grisâtre. Les proportions relatives de matrice et de gravier dans ces sables sont respectivement 1,73- 14,4% et 0-4,2%.

#### 4.1.3 SABLES SILTO-ARGILEUX

Les sables silto-argileux ont une proportion de 20,69%. Les fractions sableuses et silteuses sont quartzueuses. Elles se situent aux premières profondeurs (0 à 29,25m). Ils sont colorés en orange rougeâtre modéré traduisant ainsi leur caractère oxydé.

#### 4.1.4 KAOLINS

Ce sont des formations constituées de silts et d'argile dont les proportions de silts dominant. Ces kaolins sont donc des sédiments silto-argileux. Ces formations se présentent en de petites épaisseurs n'excédant pas 2m. Elles ont une proportion totale de 10,61%. La couleur des kaolins varie de l'orange rougeâtre modéré au rose orange grisâtre.

#### 4.1.5 GRAVIERS SABLEUX

De couleur orange jaune pâle, les graviers sableux représentent 2,54% des sédiments du forage BNC1. Les pourcentages de gravier, de sable et de matrice dans les graviers sableux sont respectivement 41,28%, 56,85% et 1,87%. Les fractions graveleuses et sableuses sont constituées de quartz. Ils se retrouvent entre les profondeurs 77,25 et 81,25m.

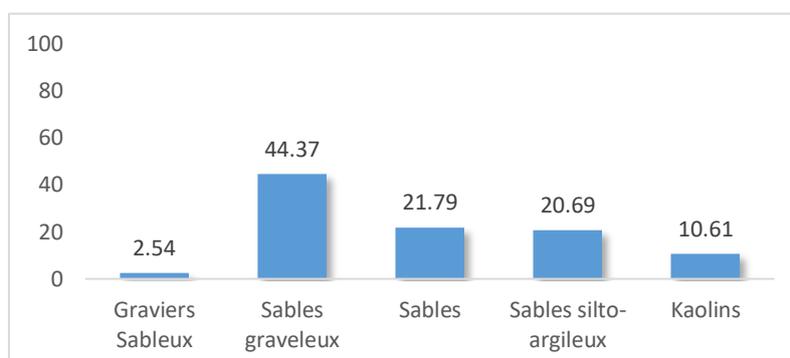


Fig. 4. Pourcentages des différents faciès lithologiques dans le forage BNC1

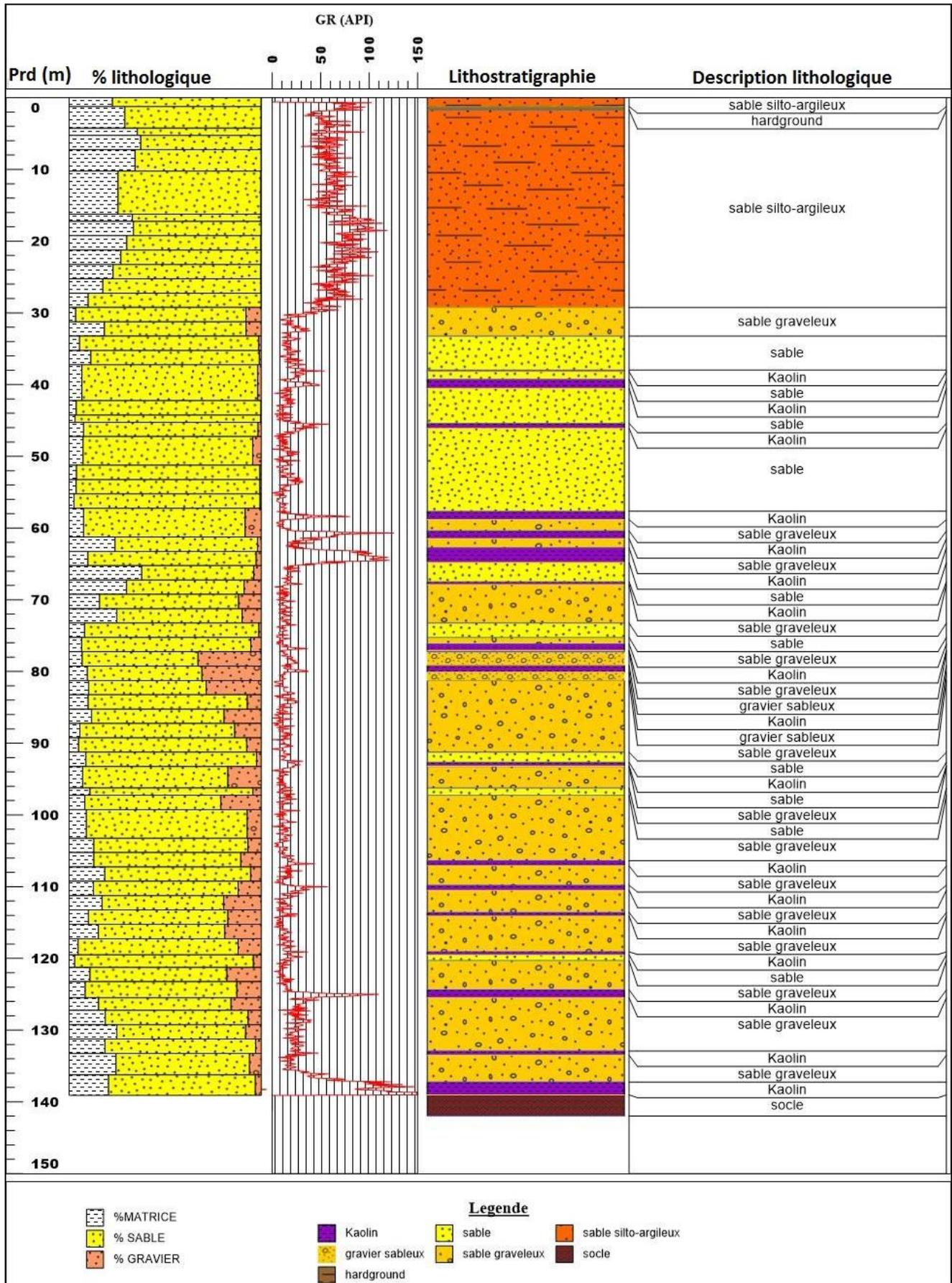


Fig. 5. Log lithostratigraphique des formations du forage BNC1

#### 4.1.6 TAILLE MOYENNE DES FRACTIONS SABLEUSES

Les moyennes granulométriques des grains de sable varient entre  $-0,15 \Phi$  et  $1,27 \Phi$ , ce qui permet de distinguer des tailles très grossières, grossières et moyennes. Les sables grossiers ont une proportion de 80,95%, ils sont les plus représentatifs parmi les faciès sableux. Les sables très grossiers ont une proportion de 17,5% et les sables moyens, une proportion de 1,6% (Figure 6).

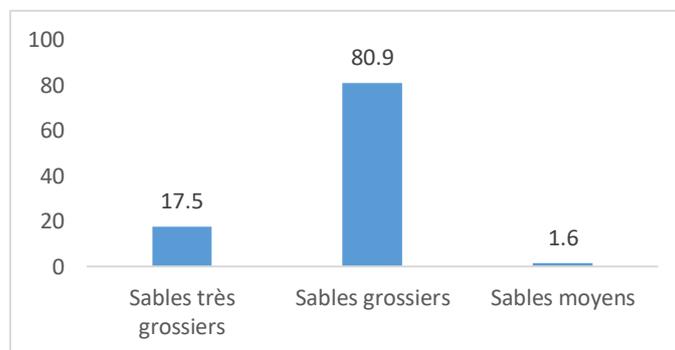


Fig. 6. Proportion des tailles de grains de sable

L'observation des tailles moyennes à grossières prouve une variation de la granulométrie dans le forage qui témoigne de la variation de l'énergie de dépôt des sédiments. Au fur que les sédiments se déposent, l'énergie de transport diminue.

#### 4.2 CARACTÉRISATION DES FACIÈS DIAGRAPHIQUES DU FORAGE BNC1

La détermination des électro-faciès à partir du GR met en évidence des lignes de base, des lignes de tournure (augmentation ou diminution), des ruptures abruptes, des anomalies et des formes (Figure 7).

##### 4.2.1 FACIÈS DES LIGNES DE BASE DES SABLES

Sept lignes de bases sont distinguées dans les sédiments étudiés. Elles permettent de catégoriser quatre faciès dont les valeurs des lignes sont 10 API, 15 API, 20 API et 80 API. Les lignes de bases caractéristiques des sables grossiers graveleux ont une valeur de GR de 10 API avec des intercalations de sables grossiers (106,4-80 m) et de sables moyens (76-68 m). Elles caractérisent aussi une partie des sables grossiers de l'intervalle (45-43 m). Une seule ligne de base a une valeur de 20 API. Elle traduit la présence de sables moyen graveleux (135,6-133,3 m). Il existe également une seule ligne de base 15 API qui traduit ici la présence de sables grossiers (43-40,5 m). La ligne de base 80 API est identifiée dans les sables moyens silto-argileux allant de 14,43 m jusqu'à la profondeur 1,7 m.

##### 4.2.2 FACIÈS DES TOURNURES

Deux types de tournures sont présents dans ce forage: les tournures croissantes et les tournures décroissantes. Les tournures croissantes caractérisent les phénomènes de rétrogradations et de transgression, ils sont au nombre de sept. Ces sept tournures permettent de distinguer 5 faciès qui seront décrits dans le sens de la sédimentation.

Le premier faciès est constitué de deux tournures dont les valeurs évoluent de 5 API à 35 API. Il est situé entre la cote 113,66m et la cote 106,6m et renferme les sables grossiers graveleux avec une intercalation de banc de kaolin. Le deuxième faciès est composé d'une seule tournure dont les valeurs évoluent de 15 à 30 API. Il est caractérisé par des sables grossiers limité à sa base et à son sommet par des bancs de kaolin et se situe entre les cotes 67,45m à 64,45 m. Le troisième faciès est caractérisé également par une seule tournure dont la valeur évolue de 20 à 65 API. Situé entre la cote 62,34m et la cote 60,84m, il est composé de sables grossiers graveleux. Ce sédiment est pris entre deux couches de kaolin. Le quatrième faciès est constitué d'une seule tournure dont les valeurs évoluent de 20 à 30 API. Il est situé entre les cotes 39,29m et 38,39m. Il est également constitué des sables grossiers, limité à sa base et à son sommet par des bancs de kaolin. Le cinquième faciès, il est caractérisé par du sable grossier silto-argileux présentant deux tournures dont les valeurs évoluent entre 40 à 110 API. Il est situé entre les cotes 29,97 m et 18,85 m et entre les cotes 16,54 m et 12,33 m.

Quant aux tournures décroissantes, elles présentent une forme entonnoir et caractérisent les phénomènes de progradation et régression. Huit tournures ont été dénombrées. Elles permettent de distinguer 6 faciès qui seront décrits dans le sens de la sédimentation. Le premier faciès montre des valeurs allant de 25 à 5 API et se situe entre les cotes 119,17 m et 114,36 m. Il est caractérisé par du sable grossier graveleux. Le deuxième caractérise les graviers à sables grossiers, limité à sa base et à son sommet par des bancs de kaolin; ces valeurs GR diminuent de 25 à 10 API. Les sables grossiers sont constitués de deux tournures dont les valeurs diminuent de

30 à 5 API. Il se situe entre les cotes 54,02 m et 47,01 m et caractérise le troisième faciès, aussi limité à son sommet par un banc de kaolin. Les sables grossiers caractérisent aussi le quatrième faciès. Il est constitué d'une tournure dont les valeurs diminuent de 40 à 5 API entre les cotes 38,09 m et 33,38 m. Il est limité à sa base par un banc de kaolin. Le cinquième faciès diagraphique correspond aux sables grossiers graveleux dont les valeurs GR diminuent de 35 à 10 API. Il existe une discordance marquée par une rupture abrupte entre ce faciès et le quatrième. Le sixième faciès est constitué de deux tournures dont les valeurs allant de 115 à 30 API, il se situe entre les cotes 18,86 m et 16,51m ainsi qu'aux cotes 12,39 m et 1,61 m. Il caractérise les sables moyens silto-argileux. Les tournures positives et négatives traduisent respectivement une augmentation et une diminution de taux de matrice dans les sédiments sableux et graveleux.

#### **4.2.3 FACIÈS DES ANOMALIES**

Les anomalies sont des pics de valeurs GR dont leurs valeurs oscillent entre 30 API et 140 API. Elles traduisent la présence de couches de kaolins dont les valeurs sont proportionnelles à l'épaisseur des couches. Plus les valeurs sont élevées plus l'épaisseur est grande.

#### **4.2.4 FACIÈS DES RUPTURES**

Les ruptures marquent un changement brusque de lithologie entre les sédiments sables/graviers et les kaolins mais aussi la présence d'hard-grounds dans les sables silto-argileux.

#### **4.2.5 FACIÈS DES FORMES**

Quatre formes en œuf sont connues sur les signatures diagraphiques de ce forage. Elles permettent de distinguer 4 faciès qui seront décrits dans le sens de la sédimentation. Le premier faciès est caractérisé par les sables moyen graveleux. Les valeurs de GR varient entre 10 et 35 API. Il est situé entre les cotes 132,90m et 129,29m. Le deuxième faciès montre des valeurs de GR qui oscillent de 5A PI à 35 API. Il se situe entre les cotes 129,39m et 125,38m, et caractérise les sables grossiers graveleux. Le troisième faciès est caractérisé par les sables moyen avec des valeurs de GR variant entre 5 et 25 API. Il se situe entre les cotes 120,37m et 119,57m. Le quatrième faciès est la signature des sables moyens dont les valeurs GR se situent entre 0 et 20 API. Il est présent aux cotes 57,53m et 54,02m.

Les formes en œuf, en cloches et en entonnoir mettent en évidence trois grandes formes cylindriques. Ces formes sont limitées par des pics de GR supérieurs à 75 API. Ces limites sont les zones à fortes concentrations de dépôt de kaolins. La première forme part du socle (139 m) à la cote 125 m soit une épaisseur de 14m. Elle est caractérisée par des sables grossiers graveleux et des sables moyens graveleux accompagnés d'un banc de kaolin. La deuxième forme se situe entre les cotes 125 m et 64,91 m soit une épaisseur de 59,47 m. Cette forme renferme des sables grossiers graveleux avec des intercalations de sables grossiers, de sables moyens, de gravier à sables grossiers, de sables très grossiers graveleux et des bancs de kaolin. La troisième forme a une épaisseur de 28,31m et part de la cote 57,56 m à la 29,25 m. Elle est constituée de sables grossiers dont la base et le sommet sont limités respectivement par du sable moyen et du sable grossier graveleux. Des bancs de kaolins sont également présents dans les sables grossiers. Les formes cylindriques présentent une érosion prononcée dans leurs parties supérieur ou même absente favorisant des contacts inférieurs et supérieurs abrupts.

#### **4.3 RECONSTITUTION DE L'ENVIRONNEMENT DE DÉPÔTS PAR L'ANALYSE DES FORMES DIAGRAPHIQUES**

En absence de données biostratigraphiques et géochimiques permettant de reconstituer avec précision l'environnement de dépôts, l'analyse du profil de gamma ray a permis d'avoir une idée sur les conditions de mise en place des formations du continental terminal. Cette analyse est basée sur la comparaison de la morphologie du profil de gamma ray des faciès diagraphique identifiés au modèle standard établi [8].

Ainsi, différents environnements de dépôts ont été déterminés dans les formations étudiées. Ces formes sont: cylindriques, entonnoirs, cloches et dentelées. Ces formes traduisent des environnements fluviaux. Plus spécifiquement, les formes cylindriques sont caractéristiques des milieux fluviaux anastomosés et les formes dentelées une alternance de plaine d'inondation de chenaux fluviaux. La présence de formes en cloche traduit une évolution d'un chenal fluvial vers une plaine d'inondation. Les formes en entonnoir sont l'inverse des formes en entonnoir.

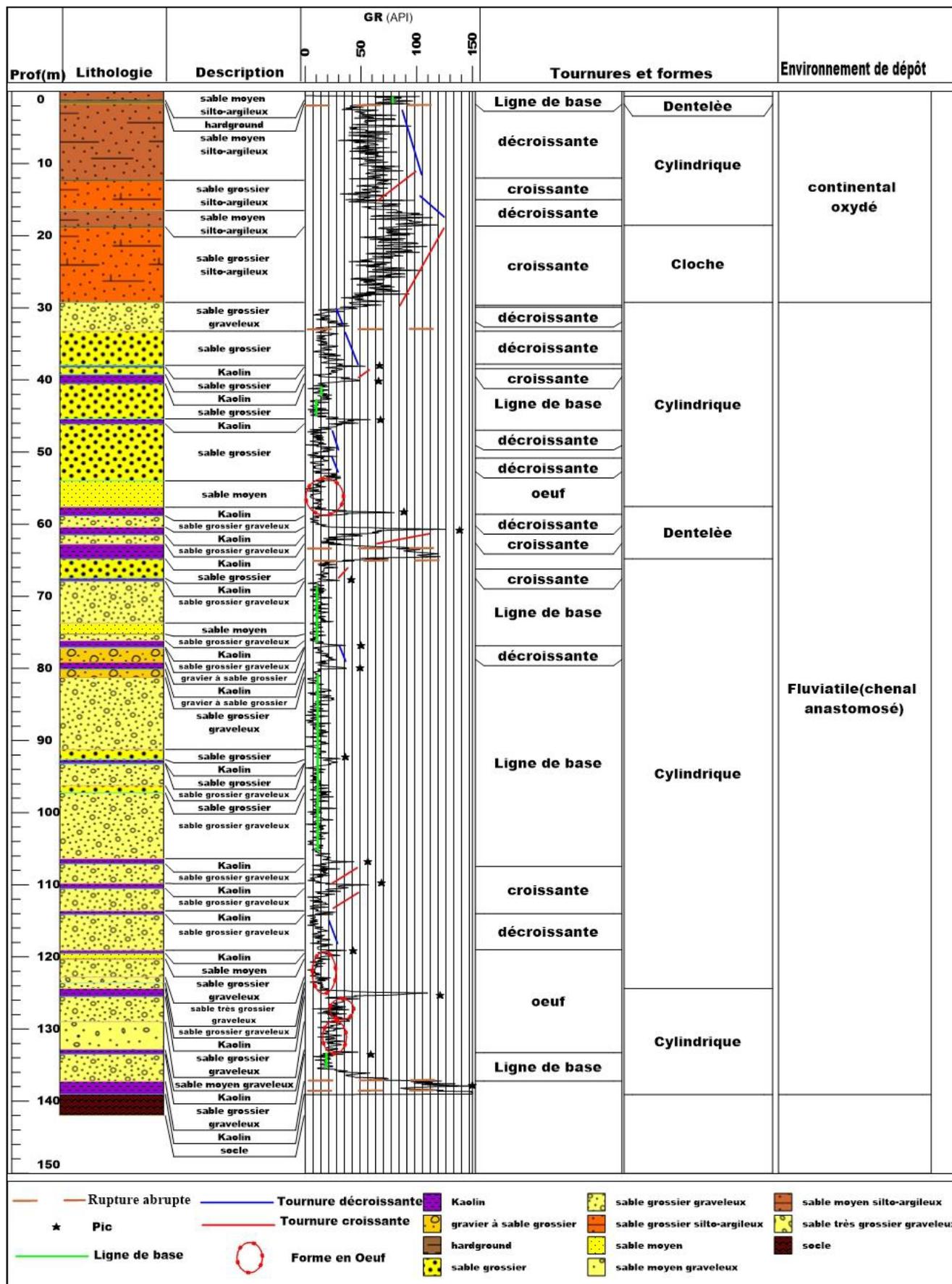


Fig. 7. Synthèse litho-granulométrique et diagraphique des formations du forage BNC1

## **5 DISCUSSION**

Les données lithologiques, granulométriques et diagraphiques permettent de retenir neuf faciès lithogranulométriques et vingt-un faciès diagraphiques. A l'exception des anomalies, les faciès diagraphiques caractérisent pour la plupart les mêmes lithologies associées à leurs granulométries. Dans ces faciès diagraphiques, on peut distinguer les sables silto-argileux des autres sédiments. Les faciès diagraphiques permettent donc de distinguer trois lithologies à savoir les kaolins, les sables et/ou graviers et les sables silto-argileux. Ils ne permettent donc pas de spécifier les tailles granulométriques des sables. Cette assertion est soutenue par un auteur [9] qui stipule que les signatures diagraphiques ne varient pas suivant les variations de la granulométrie mais plutôt aux variations du volume d'argile. Les mêmes types de sédiments (sables grossiers, graveleux, sables grossiers, sables silto-argileux) comportant des lignes de bases, des tournures et des formes différentes témoignent d'une variation dans la composition chimiques et de la proportion d'argile dans les sédiments.

Les travaux de certains auteurs [10] ont établi une relation entre la granulométrie et la quantité d'argile. Plus la taille des grains augmentent et plus la quantité d'argile diminue. Cela devrait pouvoir influencer les variations du GR; ce qui n'est pas le cas dans le présent travail. Un autre auteur [9] explique cela du fait que les argiles n'ont pas une radioactivité constante.

Les faciès diagraphiques sont marqués par des séries de formes cylindriques depuis le socle jusqu'à la cote 29,25m témoignant ainsi de la présence de chenaux fluviatiles de types anastomosés [7]. Les dépôts du forage BNC1 dérivent donc d'un transport dans un environnement fluvial à chenaux anastomosés. L'alternance de périodes humides et arides dans les systèmes fluviatiles, favorise les dépôts de chenaux et plaines d'inondation. Les faciès sableux et graveleux dominent les chenaux fluviatiles qui peuvent parfois renfermer des intercalations de faciès kaolinique. Tandis que, les plaines d'inondations sont riches en faciès kaolinique, ils peuvent également renfermer des sédiments plus grossiers. En période de crue, ce sont les plaines d'inondations qui se forment et pendant que les périodes de décrues (étiages), ce sont plutôt des chenaux qui se forment. Les crues peuvent néanmoins se produire à tout moment et n'importe où sous tous les climats. Mais, 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 [11].

La section 29,25-0 m correspond à la Terre de barre qui dérive donc d'un environnement de type continental et selon certains travaux [2], l'environnement de dépôt de la Terre de barre est type continental oxydé.

Les tailles granulométriques montrent que du début à la fin de chaque sédimentation la taille des grains de quartz diminue; ce qui prouve une diminution progressive de l'énergie de dépôts dans les chenaux fluviatiles. Dans un courant fort sans perte brutale d'énergie, les grains plus grossiers se déposent préférentiellement et le risque de mélange de tailles différentes est minimisé. Un ralentissement de l'énergie ou une perte brutale de l'énergie entraînent un mauvais tri; on assistera à un risque élevé de mélange de tailles différentes d'où un mauvais classement. Le classement des sables n'est donc pas une fonction de la taille des grains mais plus de la proportion de fractions granulométriques exprimées dans le sédiment sableux [12].

## **6 CONCLUSION**

A la lumière des investigations pour la caractérisation des électro-faciès et faciès lithologiques des systèmes fluviatiles du Continental Terminal de la localité de Cocody Angré en vue de reconstituer leur environnement de dépôt.

La reconstitution lithologie révèle la présence de cinq types de sédiment qui sont par ordre d'abondance: les sables graveleux, les sables, les sables silto-argileux, les kaolins et les graviers sableux. L'étude granulométrique des sables permet de subdiviser certains sédiments. Ainsi, les sables silto-argileux comprennent en leur sein les sables moyens silto-argileux et les sables grossiers silto-argileux. Les sables sont subdivisés en sables moyens et sables grossiers. Quant aux sables graveleux, ils sont subdivisés en sables moyens graveleux, sables grossiers graveleux et sables très grossiers graveleux. Les kaolins et les graviers restent inchangés. Cependant, la fraction sableuse des graviers sableux est grossière.

L'analyse des données de gamma ray met en évidence vingt-un faciès diagraphiques. Les faciès diagraphiques proviennent: des lignes de base, des tournures, des anomalies et des formes. Les lignes de base sont aux nombres de quatre faciès dont les valeurs des lignes sont 10 API, 15 API, 20 API et 80 API. Les tournures sont croissantes ou décroissantes, sont au total quinze dont la forme est proportionnelle à la quantité de la matrice. Elles caractérisent dix faciès litho-granulométriques tel que: les sables grossiers graveleux, sables grossiers, sables grossiers graveleux, sable grossier silto-argileux pour les tournures positives.

Les anomalies sont des pics de valeurs GR dont leurs valeurs oscillent entre 30 API et 140 API. Les formes de gamma ray a révélé la présence de cinq formes diagraphiques lesquelles sont: la forme cylindrique, en oeuf, en cloche et la forme dentelée.

Les faciès diagraphiques caractérisent la plupart les mêmes lithologies associées à leurs granulométries. Dans ces faciès diagraphiques, on distingue trois lithologies à savoir les kaolins, les sables et/ou graviers et les sables silto-argileux. Les formes en œuf et cylindriques caractérisent un système fluvial anastomosé tandis que le système fluvial méandrique est caractérisé par la forme en cloche. Les formes dentelées montrent par contre l'existence de plaine d'inondation fluviale.

La recherche des méthodes innovantes et ultra-rapides pour l'étude des bassins sédimentaires est toujours d'actualité notamment dans le domaine onshore du bassin ivoirien. L'étude menée est une contribution à la caractérisation des électro-faciès et faciès lithologiques des systèmes fluviaux du Continental Terminal ivoirien par l'analyse des enregistrements diagraphiques avec l'utilisation du logiciel Strater 5. Le puits BNC1 a fait l'objet d'une profonde investigation à l'aide des données de pourcentage lithologique et des enregistrements diagraphiques du gamma ray dans le but de déterminer ses paramètres diagraphiques.

La lithostratigraphie du puits a été reconstituée à partir du logiciel Strater par une analyse combinée des enregistrements GR, et des données litho-granulométriques. Les analyses révèlent neuf faciès litho-granulométriques dans ce puit et sont majoritairement composés de sables grossiers. Il s'agit des sables moyens silto-argileux, des sables grossiers silto-argileux, des sables moyens, des sables grossiers, des sables moyens graveleux, des sables grossiers graveleux, des sables très grossiers graveleux, des graviers à sables grossiers et des kaolins.

Au niveau des électro-faciès, l'analyse du log GR a révélée 21 faciès diagraphiques (électro-faciès). Quatre issus des lignes de bases sont compris entre 10 et 80 API, cinq issus des lignes de tournures positives et huit des tournures négatives avec des valeurs de GR allant de 5 à 110 API, un issu des anomalies avec des valeurs de GR variant de 30 à 140 API, quatre issus des formes en œuf dont les valeurs varie de 0 à 35 API. Ils ont mis en évidence 5 faciès que sont: les kaolins, les sables et/ou graviers et les sables silto-argileux.

L'environnement de dépôt des formations du puits BNC1 est caractérisé par les formes diagraphiques tels que: cylindriques, entonnoirs, cloches et dentelées. Ces formes traduisent des environnements fluviaux de types chenaux anastomosés et chenaux méandriformes (plaine d'inondation).

## 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. EuroJournalsPublishing, Vol. 86, N° 1 September, pp. 41-52. eters. J. Sedim. Petrol., Vol. 27, pp. 13-27, 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] Ble N. C., Kouao A. F. A., Assalé F. Y. P., Brou U. M., Deneanh S., and Monde Sylvain, 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 Studies, Vol. 37 No.1, pp. 154-166, 2022.
- [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] C.S.R.P.P.G.N., Corps sédimentaires: exemples sismiques et diagraphiques. Chambre Syndicale de la recherche et de la production du pétrole et du gaz naturel (C.S.R.P.P.G.N). Comité des techniciens. Editions TECHNIP. Paris, France, 349p, 1986.
- [8] Emery et Myers, Sequence stratigraphy. Blackwell science Ltd. Oxford, Angleterre 297 p, 1996.
- [9] Rider M.H., The geological interpretation of well logs. Rider-French Consulting Ltd (Edit), Second edition, 280p, 2002.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Gary N. S., Sedimentology and stratigraphy. Second edition. Wiley-Blackwell: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication 111 River Street, Hoboken, USA, 419p, 2009.