



### RESEARCH ARTICLE

#### LITHOSTRATIGRAPHIE ET SEDIMENTOLOGIE DES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DE TIAPOUM, SUD-EST DE LA CÔTE D'IVOIRE : IMPLICATION PALEOENVIRONNEMENTALE

Koré Élysée Guede<sup>1</sup>, Chiayé Larissa Koffi<sup>1</sup>, Yapi Désiré Sosthène Ronald Atto<sup>1</sup>, N'Ga-Yah Rosine Adina Befakandé Messou<sup>1</sup>, Idriss-Zayn Al-Abidine Diarra<sup>1</sup>, Kassi Adjoua Maryline-Audrey Edjeme<sup>1</sup> and N'goran Jean-Paul Yao<sup>2</sup>

1. UFR of Geological and Mining Sciences, University of Man, BP 20 Man, Côte d'Ivoire.
2. UFR-STRM, University Félix Houphouët Boigny, 22 BP. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

#### Manuscript Info

##### Manuscript History

Received: 31 August 2022

Final Accepted: 30 September 2022

Published: October 2022

##### Key words:-

Sedimentology, Lithology,  
Granulometry, Palaeoenvironment,  
Tiapoum, Côte d'Ivoire

#### Abstract

Tiapoum department is located in the southeast of the onshore basin of Côte d'Ivoire. The sedimentological, granulometric and morphoscopic analyzes carried out on 24 samples from two wells made it possible to determine the lithological, granulometric and paleoenvironmental evolution of the sediments of this area. The lithological characterization of the sediments revealed four lithological facies in the department of Tiapoum. We therefore have in the direction of sedimentation, a thick layer of clay-sandy, sands intercalated with ferruginous sandstone absent at Aby crossroads and the land of the bar which thins from upstream to downstream. As for the particle size analysis, it reveals that the sands of the department of Tiapoum were deposited by free accumulation. These are well to very well graded sands with a predominance of medium grains with an asymmetry towards the fine grains. They were deposited in a fluvial-type environment transported mainly by suspension and rolling and sometimes by saltation. Morphoscopy of the quartz grains revealed an abundance of sub-angular to sub-rounded grains with a shiny blunt appearance showing fractures or cracks due to shocks between the grains during transport. The sands of the department of Tiapoum therefore come mainly from distal environments and are transported by water. The environment that prevailed during the deposit of the Tiapoum department sediments is of the oxidized continental type and reworked in places.

Copy Right, IJAR, 2022., All rights reserved.

#### Introduction :-

Les hydrocarbures sont de nos jours la source première d'énergie au niveau mondial. L'Indépendance énergétique passe donc nécessairement par une connaissance pointue du bassin sédimentaire.

En Côte d'Ivoire, depuis les premières découvertes d'indices de bitumes à Eboinda, Sud-Est de la Côte d'Ivoire en 1896, le bassin sédimentaire est l'objet d'intérêt économique majeur, notamment dans l'exploitation pétrolière et dans l'exploitation des carrières pourvoyeuses de matériaux de constructions (Madon et Kodjo, 1979). Les campagnes de prospection effectuées par les géologues universitaires, pétroliers et miniers (Sombo, 2002; Assalé, 2013 ; Atto, 2014 ; Toé Bi *et al.*, 2016 ; Guede *et al.*, 2019) vont identifier plusieurs gisements, et établir des

**Corresponding Author: Koré Élysée Guédé**

Address: UFR of Geological and Mining Sciences, University of Man, BP 20 Man, Côte d'Ivoire.

correspondances avec les formations sédimentaires d'autres pays notamment le Maroc (Guede, 2016) afin de contribuer à une meilleure connaissance du bassin sédimentaire ivoirien d'âge secondaire-tertiaire.

L'état de connaissance porte soit sur l'existence d'une étroite relation entre la morphologie du fond (plate-forme, talus, glacis, gullies ou chenaux) et la qualité des sédiments déposés (Aka, 1991), soit sur la sédimentation des dépôts situés à l'Est du bassin onshore (Assalé, 2013), soit sur la reconstitution paléogéographique des formations de l'Est du bassin onshore à partir de l'exoscopie des grains de quartz notamment dans les localités d'Anyama et de Bonoua (Kra, 2016). De tous ces travaux nous constatons une rareté d'informations sur le département de Tiapoum. Dès lors plusieurs questions se posent à nous.

- Quelle est la nature (lithologique, minéralogique et granulométrique) des formations de cette zone ?
- Quel est l'environnement de dépôt ayant prévalu dans ce secteur ?

L'objectif général de cette étude est de déterminer l'évolution lithostratigraphique, granulométrique et paléoenvironnementale des formations du département de Tiapoum. Il s'endégage alors les objectifs spécifiques que sont :

- caractériser la lithostratigraphie des sédiments de cette région ;
- établir le mode, la durée du transport et la provenance des sédiments détritiques à partir de la granulométrie ;
- déterminer l'environnement de dépôt des sédiments.

### **Presentation de la zone d'étude**

La Côte d'Ivoire est située dans l'hémisphère nord entre le tropique du cancer et l'équateur, elle donne sur l'Atlantique dans le Golfe de Guinée. Ses coordonnées géographiques sont comprises entre 10° et 4° latitude Nord et 10° et 0° longitude Ouest. D'une superficie de 322462 km<sup>2</sup>, la Côte d'Ivoire est un pays situé au centre du vieux bouclier de l'Afrique de l'Ouest (Tagini, 1971) qui avant l'ouverture de l'Atlantique, était en continuité avec celui du Brésil (Marinho et Mascle, 1987). L'étude de sa géologie, dégage deux entités distinctes (Kouamelan, 1996) :

- un socle précambrien couvrant 97,5% du territoire ivoirien ;
- un bassin sédimentaire d'âge secondaire-tertiaire dans la partie plus au Sud, formant une mince frange littorale de 2,5%.

### **Situation géographique**

Du point de vue de la situation géographique, le département de Tiapoum se trouve au Sud-est de la Côte d'Ivoire, avec une superficie de 940 Km<sup>2</sup>. Il est limité à l'Ouest par la sous-préfecture de Mafféré, au Nord par le département d'Aboisso, à l'Est, par la sous-préfecture d'Ettuéboué et enfin au Sud par la République du Ghana et la lagune Tendo-Ehy. Son chef-lieu est situé à 50 km d'Aboisso (chef-lieu de région) et à 150 km d'Abidjan.

### **Relief**

Le relief est accidenté par endroit et présente des vallées dont certaines servent de lits à des cours d'eaux. Les sols sont argileux, sableux avec de nombreux marécages.

### **Climat et réseau hydrographique**

Avec une pluviométrie très dense, le climat du département de Tiapoum est marqué par quatre (4) saisons :

- Une grande saison sèche qui dure de décembre à février,
- Une grande saison de pluies, de mars à juillet,
- Une petite saison sèche, d'août à septembre et
- Une petite saison de pluies qui s'étend quant à elle d'Octobre à Novembre.

Le réseau hydraulique y est diversifié. Le département est arrosé par de nombreux cours d'eau dont le plus important est la lagune Tendo-Ehy.

### **Population**

La population du département de Tiapoum est de 72158 habitants soit 35875 (49.71%) hommes et 36283 femmes (50.29%). La population du département tire essentiellement ses ressources de l'agriculture qui s'exerce sous deux formes : les cultures de rentes ou pérennes et les cultures vivrières. Les cultures de rentes ou pérennes sont dominées par le palmier à huile, le cocotier, l'hévéa, l'ananas, le café et le cacao.

### **Zones d'échantillonnage**

Les points de prélèvement des échantillons sont composés de deux (2) puits d'hommes. L'un est situé au sein de la commune de Tiapoum l'autre est situé dans le campement d'Abou Sanogo à Aby Carrefour (Figure 1). Les coordonnées des points d'échantillonnage sont présentées dans le Tableau I.

**Tableau I:-** Coordonnées des puits P1 et P2.

Puits	LATITUDE	LONGITUDE
P1	05°08.382N°	003°01.156°W
P2	05°12.986°N	003°07.304°W

**Figure1:-** Zoned'étude et station d'échantillonnage.

- P1 : Puits situé dans la commune de Tiapoum
- P2 : Puits situé dans le campement d'Abou Sanou à Aby carrefour

**Matériel : -**

Le matériel utilisé dans le cadre de cette étude est composé de 15 échantillons du puits de Tiapoum commune et 9 échantillons du puits de Aby carrefour (Tiapoum, Côte d'Ivoire).

**Méthodologie d'étude : -**

Les méthodologies utilisées pour réaliser la présente étude sont identiques à celles décrites par Guédé *et al.* (Sous presse).

La description macroscopique des sédiments, aussi bien à l'œil nu qu'à la loupe binoculaire ont permis d'établir la nature lithologique des formations. Cette description comprend leur composition minéralogique, leur texture et la détermination de certains minéraux dits accessoires. L'analyse minéralogique à la loupe binoculaire ne concerne que les sédiments meubles. Elle se fait à la loupe binoculaire sur les fractions ayant une taille comprise entre 63 et 250  $\mu\text{m}$ . Plus la fraction est petite, plus la quantité de minéraux lourds augmente. Ces minéraux lourds peuvent renseigner sur la province distributrice d'un sédiment. Aussi, ils permettent de déterminer le degré d'altération de la roche mère. Les minéraux recherchés à la loupe binoculaire sont les minéraux accessoires : la glauconite, la pyrite, la muscovite et la tourmaline. Souvent, certains minéraux sont les composants essentiels de certaines roches (muscovite et glauconite). Les minéraux donnent des renseignements sur les environnements de dépôts.

Pour établir la granulométrie des sédiments sableux de nos échantillons, on a prélevé une fraction de 100 g de sédiment sur les résidus séchés du lavage au tamis de 63 microns. On place cette fraction au sommet d'une série de 16 tamis superposés dans l'ordre de taille de maille décroissante comprise entre 500 et 63  $\mu\text{m}$ . Le tamisage est utilisé pour étudier la répartition granulométrique des grains de sables. Après agitation de 10 mn, les refus des tamis sont successivement récupérés et pesés. Le refus des différents tamis permet de construire des courbes granulométriques qui servent à déterminer les paramètres granulométriques pour l'analyse granulométrique.

Un certain nombre de paramètres, utiles dans le cadre de l'étude granulométrique d'une colonne sédimentaire, est calculé. Ces paramètres sont la moyenne, le classement, l'écart type, l'asymétrie, la médiane, le mode. La détermination de ces différents paramètres implique la connaissance des quantiles qui sont déterminés à partir du logiciel EasySeive (permet de calculer les quantiles pour l'analyse granulométrique). Il s'agit des quartiles, les déciles et les pentiles (Riviere, 1990).

Les environnements de dépôt sédimentaire seront déterminés à partir des diagrammes So-Md et Md-Sk de Moiolar & Weiser (1968). Ces diagrammes permettront de différencier les environnements de sables de plage, de rivière, de dune côtière et de dune continentale.

La morphoscopie des grains de quartz détermine l'aspect de la surface et de la forme des grains de quartz. Elle renseigne sur la distance parcourue par le sédiment et son agent de transport. L'étude morphoscopique s'est basée sur les méthodes de Pettijohn (1949) et de Cailleux (1947).

### **Lithostratigraphie des Formations Sédimentaires du Département de Tiapoum**

Cette partie présente les résultats de l'étude lithostratigraphique des formations rencontrées en se basant sur le contenu lithologique des couches observées. Les intervalles d'étude des puits P1 (Tiapoum commune) et P2 (Aby carrefour) sont respectivement de 27 m à 11 m et de 94 à 86 m d'altitude.

### **Caractérisation lithostratigraphique des formations sédimentaires de la commune de Tiapoum (Puits P1)**

L'analyse des sédiments du puits P1 a permis de mettre en évidence quatre (4) faciès lithologiques (Figure2). Il s'agit d'argile-sableuse, de sable, de grès ferrugineux et de la terre de barre. La description lithologique se fait dans le sens de la sédimentation.

#### **–Argiles-sableuses**

Dans cet intervalle situé entre 11 m et 22 m, les argiles sont majoritaires. Ces argiles-sableuses contiennent de la poudre de fer ferrique (hématite) donnant à la formation une couleur yellowishred (5YR5/8) selon le code de Munsell (2009) de 11 m à 18 m et une coloration yellowishred (5YR5/6) entre 19 m et 22 m. Elles sont friables et contiennent des grains de sables composés de quartz majoritairement transparents à translucides parfois mâts de taille fine à grossière à prédominance de grains moyens. Ces grains sont sub-anguleux à sub-arrondis parfois arrondis, très bien classés et bien classés par endroits. Les argiles-sableuses observées ne contiennent pas de débris carbonaté puisqu'elles ne réagissent pas au test d'effervescence à l'HCl.

#### **–Sables (22m-24m)**

Ces sables sont recouverts d'une couche d'oxyde de fer qui leur confère une coloration Reddish Brown (5YR5/4) selon le code de Munsell (2009). Les grains de quartz observés dans ces sables sont transparents à translucides rarement enfumés de taille fine à grossière avec une prédominance de grains moyens. Ils sont anguleux à sub-arrondis parfois arrondis et très bien classés.

#### **–Grès ferrugineux**

Intercalés dans les sables, les grès à ciment ferrugineux se trouvent sous forme de banc entre 23 m et 24 m. Ils ont une texture microgranulaire et contiennent des grains de quartz grossiers à fins avec une prédominance de grains moyens. Ces grains sont sub-anguleux à sub-arrondis, majoritairement transparents et parfois mâts avec un très bon classement.

#### **–Terre de barre**

La Terre de barre termine la sédimentation (24 m à 27 m). C'est une formation composée d'un mélange d'argiles et de sables. Cette formation a une coloration Reddish Brown (5YR5/4) selon le code de Munsell (2009). Cette terre de barre contient des grains de quartz transparents à translucides de taille fine à grossière avec une prédominance de

grains moyens. On y observe des débris carbonés et des morceaux de racines vers la surface qui constitue la terre arable.

#### Interpretation lithostratigraphique des formations sédimentaires de la commune de Tiapoum (puits P1)

Quatre (4) principaux faciès lithologiques caractérisent la sédimentation de la commune de Tiapoum. Ce sont les faciès d'argile-sableuses, des sables, des grès ferrugineux et la Terre de barre. La commune de Tiapoum est caractérisée par une épaisse couche d'argile-sableuse à prédominance d'éléments moyens recouverte par des sables à intercalation de bancs de grès ferrugineux puis par la terre de barre. C'est donc une zone de comblement de chenaux laissés par le passage fluvial. La particularité de la lithologie de la commune de Tiapoum est l'intercalation de banc de grès ferrugineux qui marquerait la fin d'une sédimentation. Le banc de grès constitue donc un joint de stratification. Cette zone se rencontre entre 23 m à 24 m. La coloration rougeâtre (yellowishred et Reddish Brown (5YR5/4) selon le code de Munsell (2009) observée dans les sédiments de la commune de Tiapoum témoignent de la présence d'oxyde de fer dans ceux-ci. Ils ont donc subi une exposition aérienne d'où la présence d'hématite (oxyde de fer). Ces argile-sableuses sont continentale oxydée. La couleur rougeâtre et la présence des débris carbonés interpellent sur l'origine continentale de la Terre de barre.

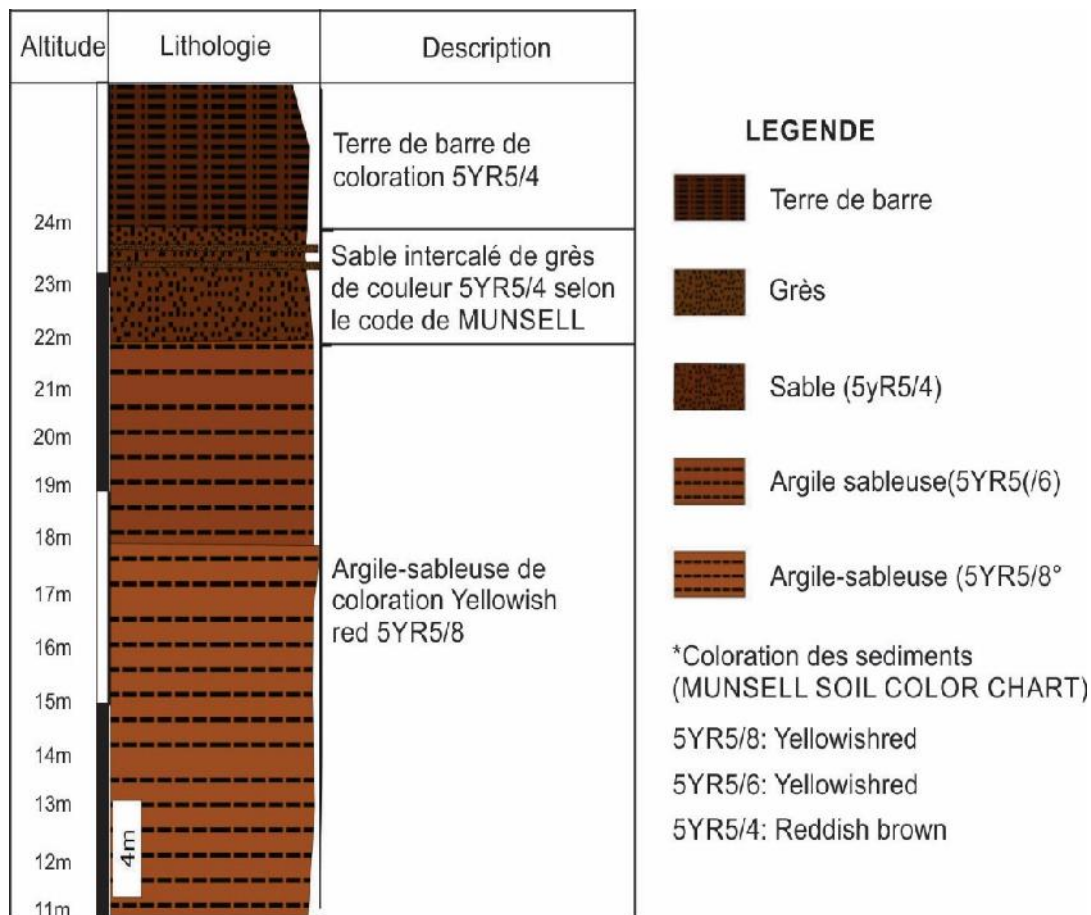


Figure 2:- Log Lithologique du puits de la commune de Tiapoum (Puits P1).

#### Caractérisation lithostratigraphique des formations sédimentaires d'Aby carrefour (puits P2)

L'analyse des sédiments du puits P2 a permis de mettre en évidence deux (2) faciès lithologiques (Figure 3).

##### -Argiles-sableuses

Elles sont subdivisées en deux intervalles selon leur coloration.

-Intervalle P 2a

Avec une coloration Light bluishgray (2YR8/10B) cet intervalle commence la sédimentation et se situe entre 86 m et 90 m.

-Intervalle P 2b

Les argiles-sableuses de cet intervalle ont une coloration White (2.5YR8/1) selon le code de Munsell (2009) et se situent entre 90 m et 93m.

Ces argiles-sableuses, observées dans les deux intervalles sont friables avec des grains de sables composés de quartz majoritairement transparents, translucides et mâts de taille fine à grossière à prédominance moyenne et bien classés. Ces grains de quartz observés sont sub-anguleux à sub-arrondis parfois arrondis à sphéricité faible. Certains grains par contre sont arrondis voir très arrondis à sphéricité élevée (surtout les grains mâts). Ces sables-argileux ne contiennent aucun ciment et sont négatif au test d'effervescence à HCl.

Cette différence de coloration observée entre les deux intervalles (1-4 m et 4-8 m) est due à la présence d'oxyde de fer (hématite) dans l'intervalle de surface.

#### -Terre de barre

Elle termine la sédimentation avec une puissance d'un mètre (1 m). C'est une formation composée d'un mélange d'argile et de sables. Elle a une coloration Reddish Brown (5YR5/4) selon le code de Munsell (2009) et contient des grains de quartz transparent à translucide de taille fine à grossière avec une prédominance de grains moyens. On y observe des débris carbonés et des morceaux de racines vers la surface qui constitue la terre arable.

#### Interpretation lithostratigraphique des formations d'Aby carrefour

A l'issue de l'analyse lithologique deux faciès répondant à des processus de dépôt bien distincts ont été mis en évidence dans le puits P2 (formations d'Aby carrefour). En effet, sur une épaisse couche d'argile-sableuse de coloration Lightbluishgray (2YR8/10B) repose la terre de barre très mince (environ 1 m d'épaisseur). Cette coloration Lightbluishgray des argile-sableuses témoigne d'un lessivage des sédiments d'Aby carrefour. Cependant les sédiments situés entre 90 m et 93 m présentent un aspect tacheté de roux qui leur confère une coloration White (2.5YR8/1). Ils auraient donc subi une exposition aérienne d'où la présence d'oxyde de fer (hématite) dans ceux-ci. Ces hématites témoignent de l'origine continentale des sables. La coloration Reddish Brown (5YR5/4) et la présence des débris carbonés interpellent sur l'origine continentale de la Terre de barre.

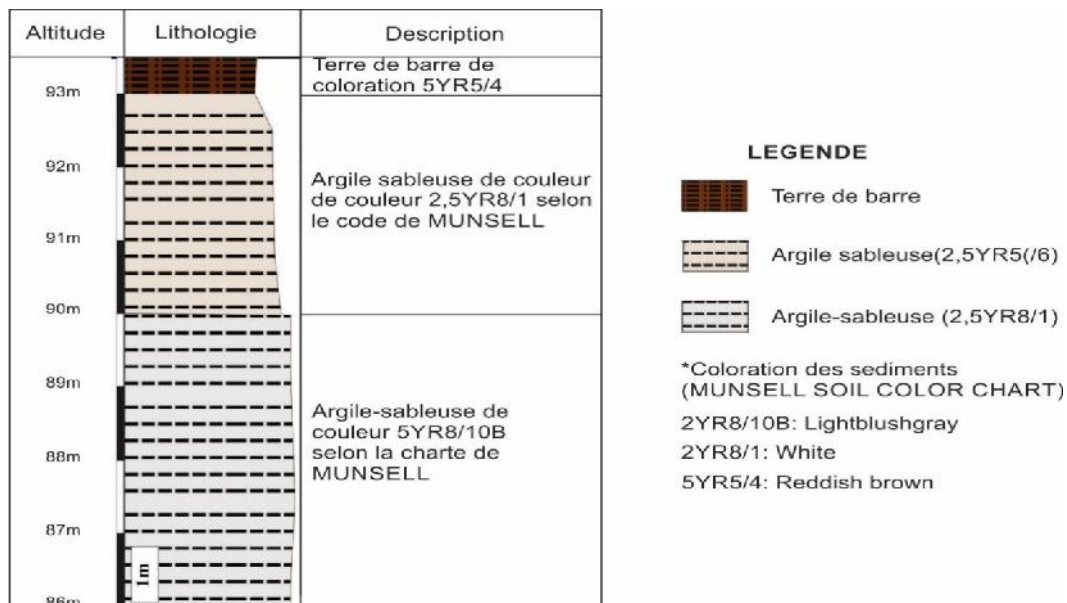


Figure 3:- Log lithologique du puits P2 (Aby carrefour).

#### Correlation Lithostratigraphique des Formations sédimentaires du département de Tiapoum

Les différentes synthèses lithologiques montrent des similitudes entre la lithologie de la commune de Tiapoum et celle d'Aby carrefour. Ces similitudes ont permis d'établir une corrélation entre les deux zones. Pour une meilleure approche nous subdivisons les niveaux en unités. Ainsi nous distinguons dans le sens de la sédimentation trois unités que sont : l'unité 1, l'unité 2 et l'unité 3 (Figure 4).

### Analyse de la corrélation lithologique des formations sédimentaires du département de Tiapoum

La corrélation lithologique des formations sédimentaires des puits P1 et P2 indique que les niveaux observés se rencontrent partiellement dans les deux zones. L'unité 1 est présente aussi bien dans la commune de Tiapoum (puits P1) que dans le campement d'Abou Sanogo à Aby carrefour (puits P2). Cette unité dans le puits P1 a une coloration rougeâtre tandis qu'elle est grise tachetée par endroit dans le puits P2. L'unité 2 quant à elle est présente dans le puits P1 mais absente dans le puits P2. Cette unité est caractérisée par la présence de banc de grès ferrugineux intercalés dans les sables. L'unité 3 qui constitue la terre de barre s'agrandit du puits P2 au puits P1.

### Interprétation de la corrélation lithologique des formations sédimentaires du département de Tiapoum

La corrélation lithologique indique que la différence de coloration observée au niveau de l'unité 1 serait due au lessivage des sédiments d'Aby carrefour (puits P1). L'absence de l'unité 2 dans le puits P2 serait due quant à elle à un arrêt de la sédimentation (la cune de sédimentation) ou encore à l'érosion. La différence d'épaisseur de la terre de barre du puits P1 au puits P2 est sûrement dû à la position de ceux-ci. L'unité 3 serait érodée au niveau d'Aby carrefour et se déposerait progressivement sur les formations de la commune de Tiapoum.

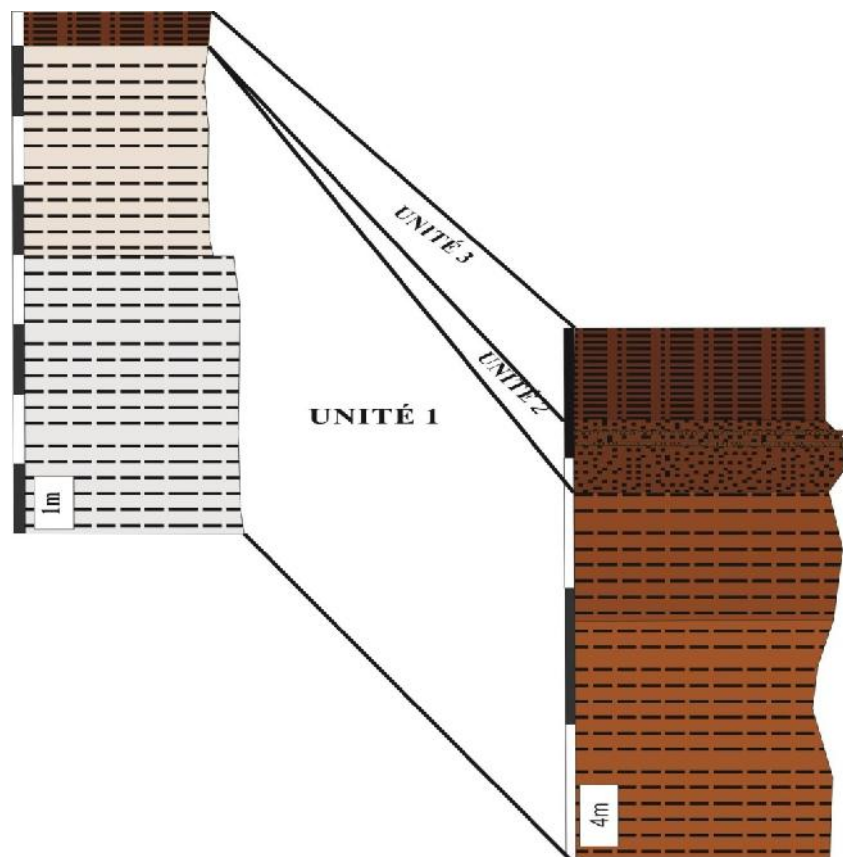


Figure 4:- Corrélation lithologique des puits P1 et P2.

### Caractérisation granulométrique des sables et morphoscopie des grains de quartz

Cette partie présente les résultats de l'analyse granulométrique des sables et ceux de l'analyse morphoscopique des grains de quartz. L'étude granulométrique a permis de déterminer les différents paramètres de distribution granulométrique, les faciès granulométriques, le mode de transport et les environnements de dépôt des sédiments sableux de la zone d'étude.

L'analyse morphoscopique des grains de quartz quant à elle porte sur l'aspect et la forme des grains permettant de déterminer l'agent et la durée du transport.

### Classe Granulométrique Des sédiments

L'étude granulométrique de la fraction sédimentaire supérieure à 63 µm permet de distinguer des sables très grossiers ( > 1,25 mm), grossiers (0,63 mm <1,25 mm), moyens (0,315 mm <0,63 mm), fins (0,125 mm <0,315 mm), et trèsfins (0,063 mm <0,125 mm). Cette classification s'harmonise avec la norme AFNOR.

#### Classe granulométrique des sédiments des sables de la commune de Tiapoum (Puits P1)

Dans le puits P1, les proportions relatives de ces classes granulométriques montrent que les sables grossiers et les sables moyens sont abondants avec respectivement 30,97% et 38,84%. Les sables très grossiers (6,05%), fins (18,16%) et très fins sont peu représentés (4,37%) (Tableau II, Figure 5).

**Tableau II:-** Classe granulométrique des sables de la commune de Tiapoum (Puits P1).

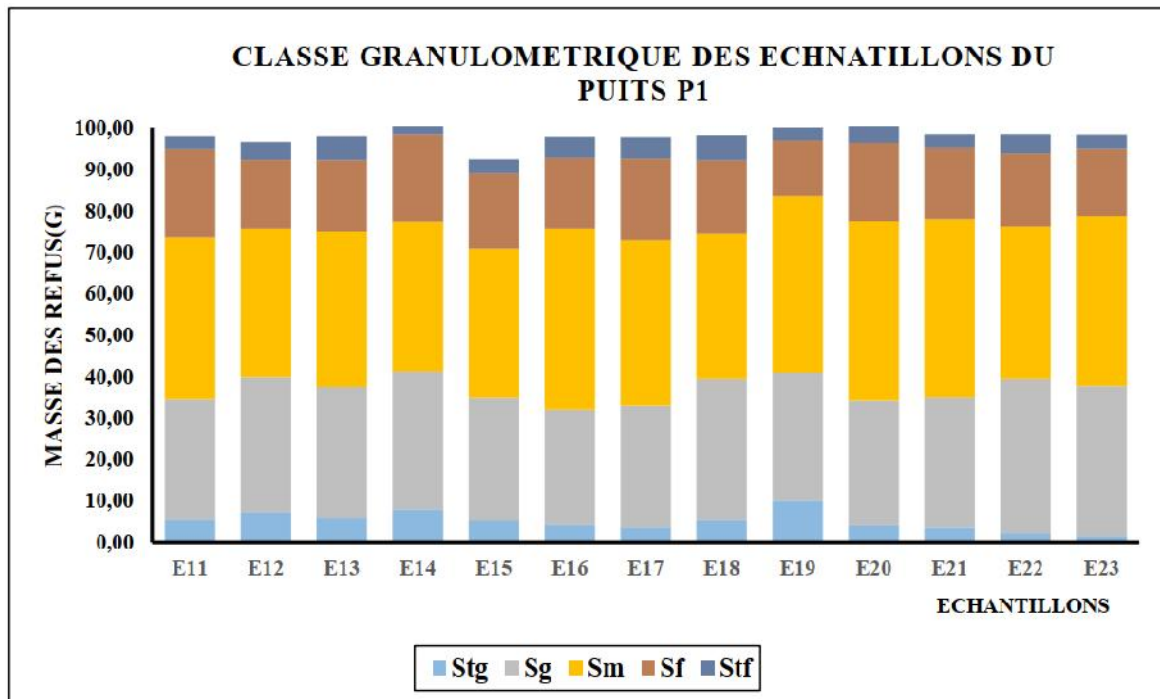
Puits P1	Stg	Sg	Sm	Sf	Stf
Moyenne %	6,05	30,97	38,84	18,16	4,37

#### Classe granulométrique des sédiments des sables d'Aby carrefour (Puits P2)

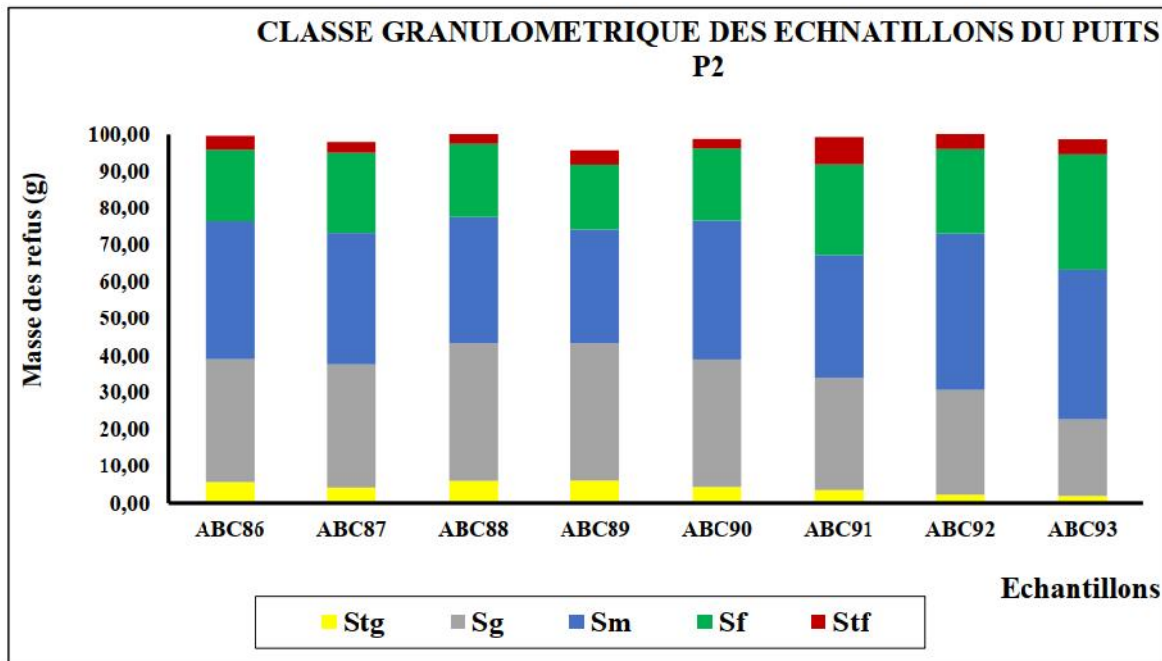
La classe granulométrique des sables du puits P2 présente elle aussi une abondance en sables grossiers et en sables moyens avec respectivement 32% et 36,52%. Les sédiments très grossiers (4,15%) et très fins (4,03%) sont en faibles quantités tandis que les sédiments fins (de proportion égale à 22,24%) sont en quantité relativement moyenne (Tableau III, Figure 6).

**Tableau III:-** Classe granulométrique des sables d'Aby carrefour (Puits P2).

Puits P2	Stg	Sg	Sm	Sf	Stf
Moyenne	4,1	32	36,52	22,24	4,03



**Figure 5:-** Classe granulométrique des sables de la commune de Tiapoum (puits P1).



**Figure 6:-** Classe granulométrique des sables du département deTiapoum.

\*stg: sables très grossiers; sg: sables grossiers; sm: sables moyens; sf: sables fins; stf: sables très fins.

#### Determination des faciès granulométriques

##### Faciès granulométriques de la commune de Tiapoum (puits P1)

La figure7 présente les faciès granulométriques des sables de la commune de Tiapoum (puitsP1). Les parties centrales des courbes granulométriques sont quasi rectilignes. Les extrémités sont parfaitement symétriques par rapport au centre de la partie rectiligne dessinant ainsi un "S" avec un départ concave vers le haut et une arrivée convexe vers le haut. Ces caractéristiques suggèrent un faciès de dépôt par excès de charge (Pinot,1994) ou faciès de type sigmoïde ou encore hyperbolique. Ce faciès indiquent une réduction progressive de la force de l'agent de transport c'est-à-dire que l'agent de transport qui était initialement capable de transporter les grains d'une certaine dimension ne l'est plus par suite d'une réduction de sa vitesse, par conséquent, il abandonne les grains sur place. C'est le mode de dépôt le plus habituel pour les grains transportés par roulement ou par saltation sur le fond par l'eau en mouvement. Les bancs fluviaux offrent presque toujours de tels faciès.

##### Faciès granulométriques des formations d'Aby carrefour puits P2

Le faciès granulométrique du puits d'Aby carrefour (Puits P2) est de type sigmoïde ou hyperbolique épousant la forme d'un "S" et caractérisent un dépôt par excès de charge (Figure8). Comme dans le cas précédent, ce faciès indique une réduction progressive de la force de l'agent de transport ce qui entraine une diminution de la taille des grains pris en charge par le nouveau courant. C'est le mode de dépôt le plus habituel pour les grains transportés par roulement ou par saltation sur le fond par l'eau en mouvement.

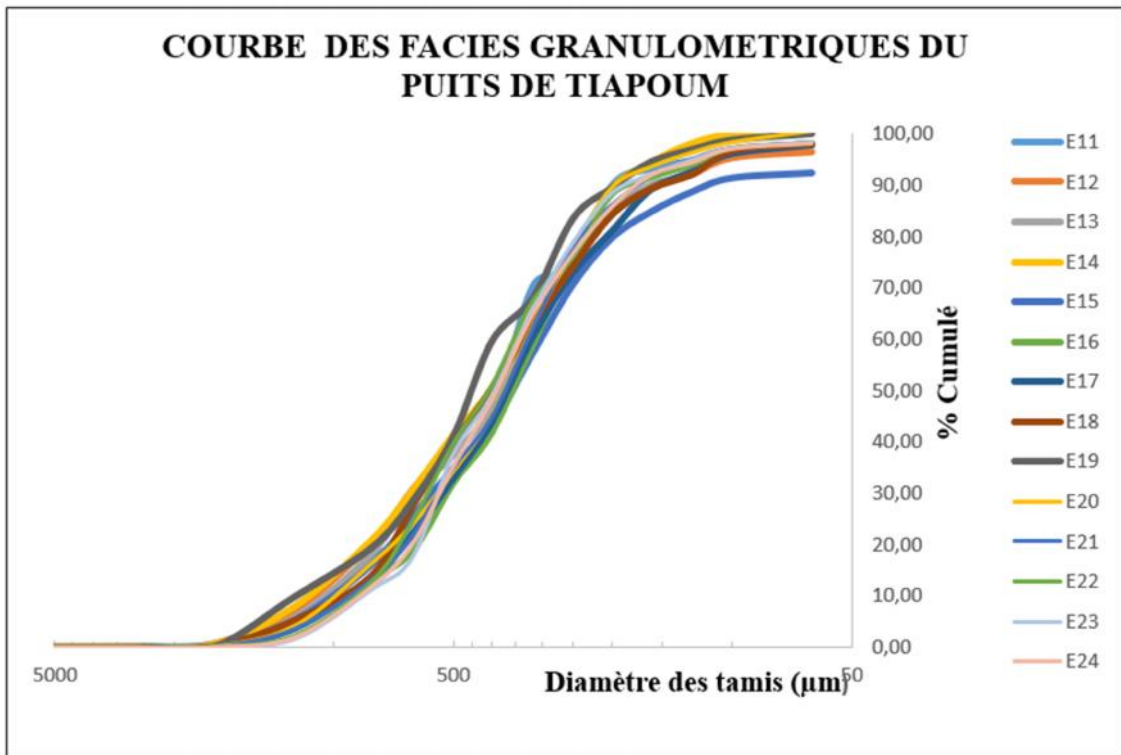


Figure 7:- Faciès granulométriques de Tiapoum commune (puits p1).

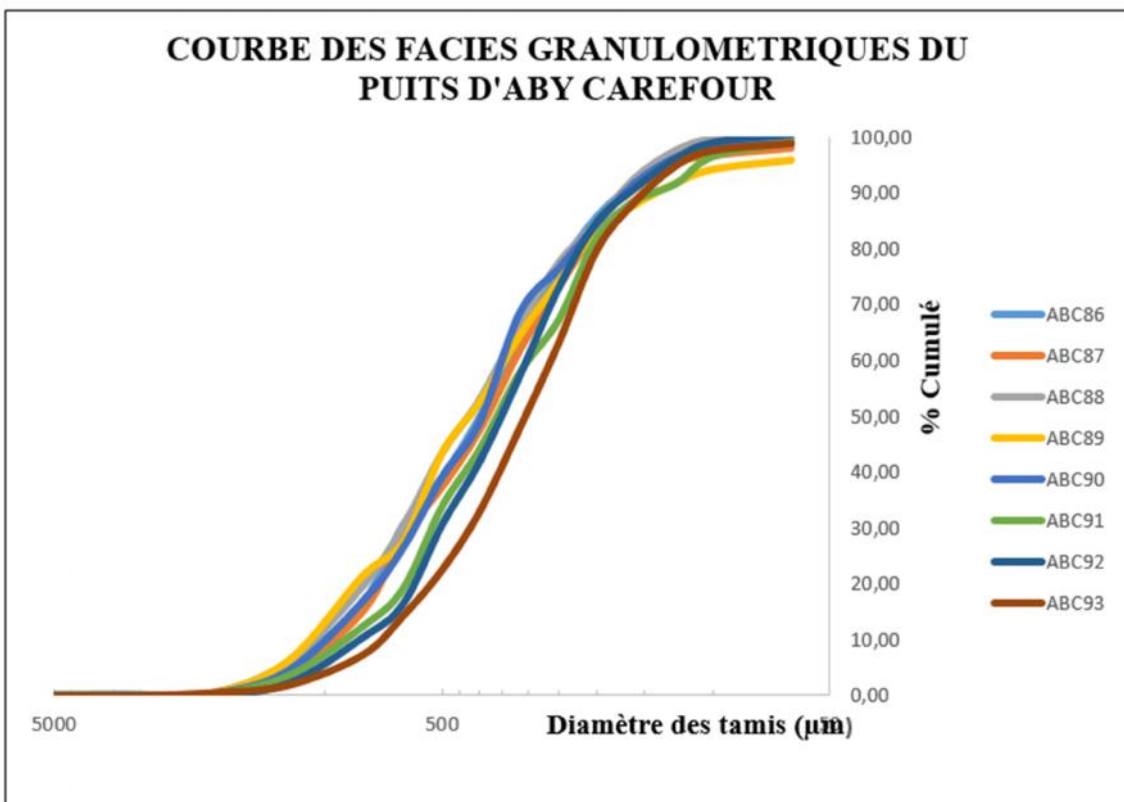


Figure 8:- Faciès granulométriques d'Aby carrefour (puits P2).

**Paramètres granulométriques des Sables**

**Paramètres granulométriques des sables de la commune de Tiapoum (puits P1)**

Les différentes moyennes calculées pour ce puits donnent deux (2) classes de sables. Ce sont :

1. Les sables moyens dont la moyenne est comprise entre 500 et 250  $\mu\text{m}$  pour les cotes 11 m, 13 m, 15 m, 16 m, 17 m, 18m, 20 m, 21 m, 22 m, 23m et 24 m.
2. Et les sables grossiers pour les cotes 12 m ( $Mz=535 \mu\text{m}$ ), 14m ( $Mz=534 \mu\text{m}$ ) et 19 m  
o ( $Mz=554 \mu\text{m}$ )

Les écart-types, tous inférieurs à 0,5 permettent de distinguer des sables généralement très bien classés au niveau des cotes 11 m, 15 m, 16 m, 17 m, 20 m, 21 m, 22 m, 23 m, et 24 m et bien classés par endroit notamment au niveau des cotes 12 m, 13 m, 14 m et 19 m.

Le mode compris entre 200 et 630  $\mu\text{m}$  indique une abondance de grains moyens et grossiers.

Les valeurs du Skewness sont toutes positives, et supérieur à 0.30 traduisant une forte asymétrie vers les éléments fins.

**Paramètres granulométriques des sables d'Aby carrefour (puits P2)**

Les différentes moyennes calculées mettent en évidence des grains fins à grossiers avec une prédominance de grains moyen. En effet, les moyennes calculées sont pour laplupart comprise entre 250 et 547  $\mu\text{m}$  ce qui les situe dans la classe des grains moyens.

Les écart-types obtenus après calcul sont tous inférieur à 0,5. Cela suggère que les sables très bien classés dans l'ensemble respectivement aux cotes 87m, 90m, 91m, 92m et 93m et bien classés par endroit (au niveau des cotes 86m, 88 m, 89 m).

Le calcul du Skewness de ce puits P2 donne respectivement des valeurs pour la grande majorité supérieure à 0,3 indiquant une forte asymétrie vers les éléments fins. Le mode compris entre 200 et 630  $\mu\text{m}$  indique une abondance de grains moyens et grossiers

**Sources pourvoyeuses des sables**

**Source pourvoyeuse des sables de Tiapoum commune (Puits P1)**

La courbe qui représente le pourcentage cumulé en fonction de la taille des grains ou la maille des tamis nous permet de distinguer plusieurs modes représentés par des allures bimodales et trimodales.

**Allure bimodale**

Nous pouvons par l'observation des graphes dire que les sables du puits P1 en ce qui concerne les côtes 12m, 13m, 14m, 15m, 17m, 18m et 20m ont des allures modales représentés par une courbe à deux pics c'est-à-dire caractérisées par deux modes. Cette allure bimodale suggère que les sources pourvoyeuses de ces sables ont deux origines (Figure 9). Cela témoigne d'une hétérogénéité des sédiments.

**Allure trimodale**

Concernant les cotes 11m, 16 m, 19 m, 21 m, 22 m, 23 m et 24 m, elles sont caractérisées par une courbe présentant trois (3) pics assez rapprochés (figure10) et donc trimodale. Le type trimodale suggère que les sources pourvoyeuses de ces sables ont trois origines. Ceci entraîne un mélange de sédiments lorsque les cours d'eau se rencontrent ou encore lorsque les flux sédimentaires sont intermittents. Elles traduisent un mélange de sables grossiers et moyens.

Les allures bi et trimodales sont représentés en proportion pratiquement égales avec respectivement 57,14% et 42,85%. Les sédiments seraient donc la résultante d'un mélange de cours d'eau ce qui explique que ceux-ci soient bien classés.

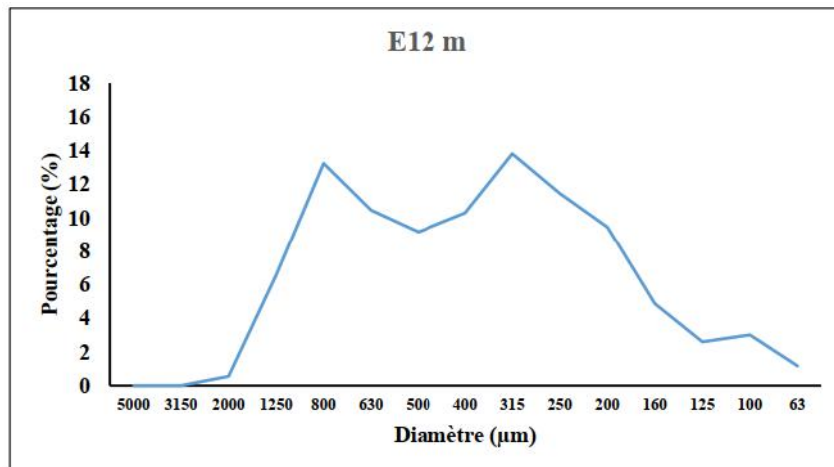


Figure 9:- Allure bimodale du puits P1.

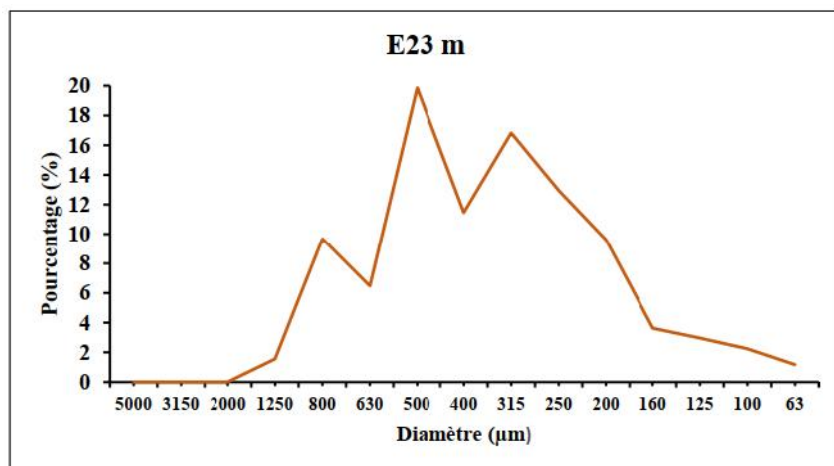


Figure 10:- Allure trimodale du puits P2.

#### Source pourvoyeuse des sables d'Aby carrefour (PuitsP2)

La courbe représentant le pourcentage cumulé en fonction de la taille ou la maille des tamis nous permet de distinguer deux modes de dépôt pour les cotes 86m, 87m, 92m et 93m, trois modes pour les sables des cotes 89m et 90m et Quatre modes pour les cotes 88 m et 91m.

#### Allure bimodale

Cette allure bimodale observée aux cotes 86m, 87m et 93m se traduit par une courbe présentant deux pics resserrés au niveau de la cote 93m et éloigné au niveau des cotes 86m et 87m (figure11). Cette allure bimodale suggère que les sources pourvoyeuses de ces sables ont deux origines.

#### Allure plurimodale

Les allures plurimodales (tri et quatrимodale) observées aux cotes 89m, 90m, et 88m, 91m (Figure12) sont représentées par des courbes avec respectivement trois et quatre pics tous resserrés. Ces allures plurimodales suggèrent que les sources pourvoyeuses de ces sables ont respectivement trois et quatre origines notamment lorsque les cours d'eaux se rencontrent ou encore lorsque les flux sont intermittents.

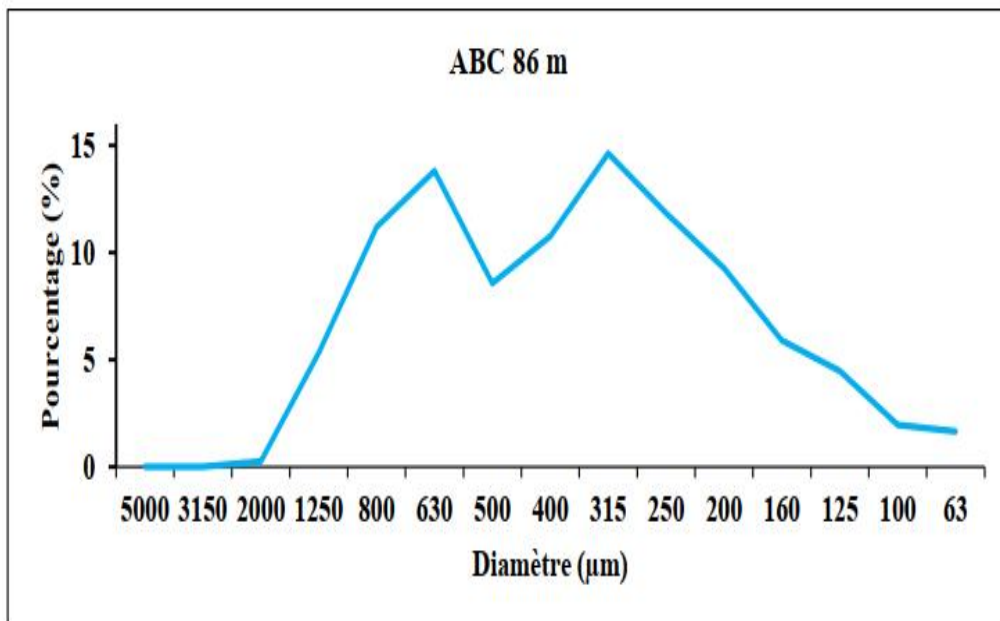


Figure 11:- Allure bimodale du puits P2.

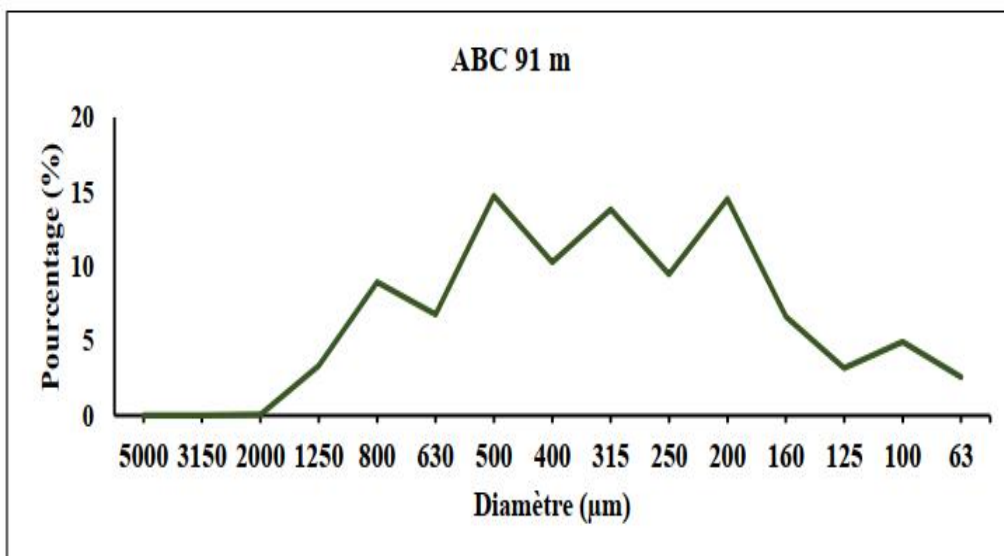


Figure 12:- Allure plurimodale du puits P2.

#### Mode de transport des sédiments

#### Mode de transport des sables de la commune de Tiapoum (puits P1)

L'analyse du test de Visher (1969) appliquée aux sédiments du puits de Tiapoum commune (PuitsP1) (Tableau IV, figure 13) permet de dégager trois populations B, A et C caractérisant trois modes de transport que sont: la suspension, la saltation et le charriage.

**Tableau IV:-** Statistique du test de Visher appliqué aux sédiments de la commune de Tiapoum (puits P1).

PUITS P1	POPULATION A	POPULATION B	POPULATION C
EFFECTIFS	23	93	44
PROPORTION (%)	14,37%	58,125%	27,50%

Les sédiments du puits P1 ont été transportés principalement par suspension avec 58,125%. Ce mode de transport est propre à l'association des sables fins et moyens. Une autre partie des sédiments du puits P1 est transporté par saltation et par charriage avec respectivement 14,37% et 27,50%. Ces modes de transport sont propres à certains éléments moyens mais surtout aux sables grossiers.

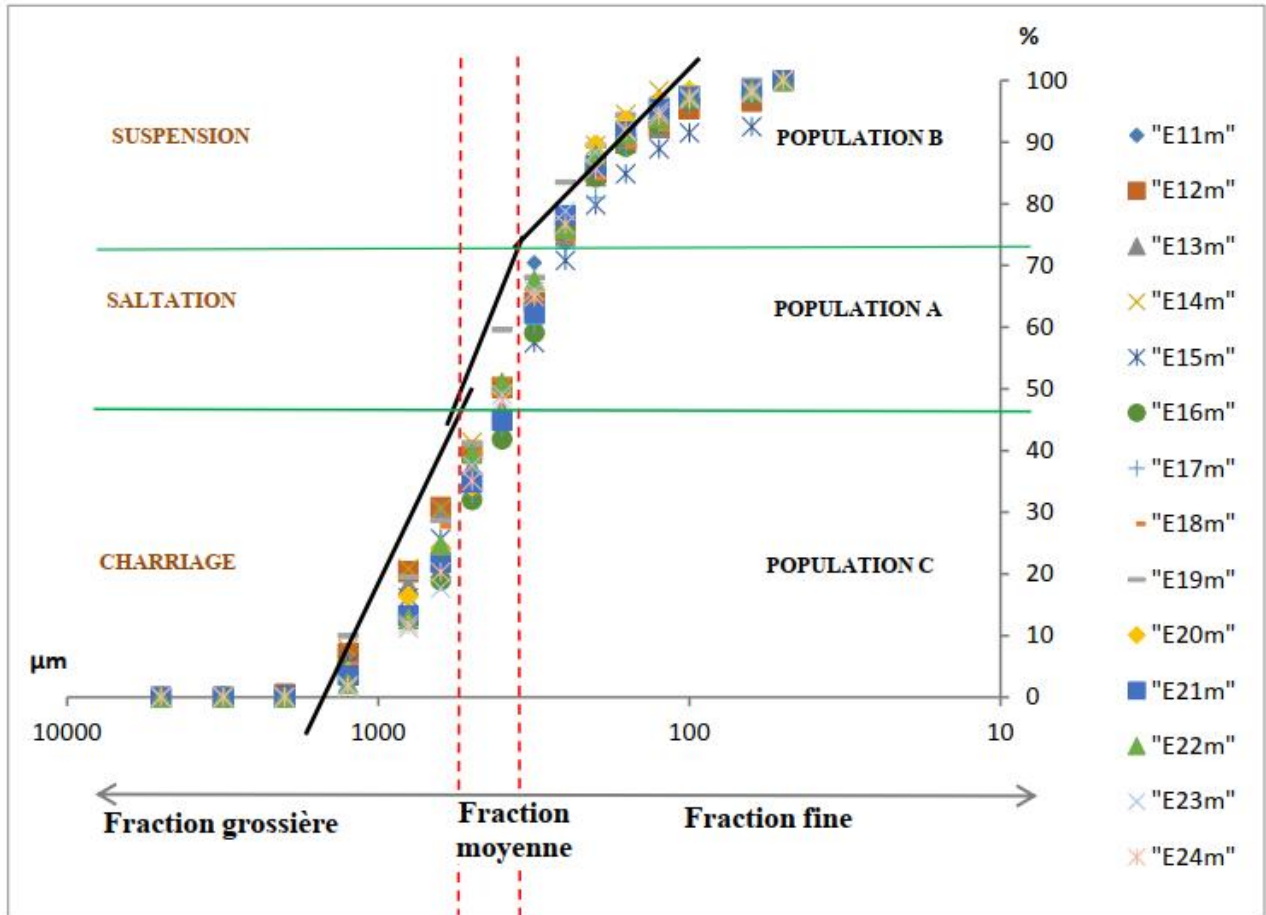


Figure 13:- Diagramme de Visher (1969) appliqué aux sables du puits P1.

**Mode de transport des sables d'Aby carrefour (puits P2)**

L'analyse du test de Visher (1969) appliqué aux sédiments du puits P2 (TableauV, Figure14) permet de dégager trois populations B, A et C caractérisant respectivement les modes de transport par suspension, par saltation et par charriage.

Tableau V :- Statistique du test de Visher appliqué au sable d'Aby carrefour (puits P2).

PUITSP2	POPULATION A	POPULATION B	POPULATION C
EFFECTIFS	15	53	59
PROPORTIONS (%)	28,30%	41,73%	46,45%

Les sédiments du puits P2 sont transportés principalement par suspension et par charriage avec respectivement 41,73% et 46,45%. Ces modes de transport sont propres aux sables fins, aux grossiers et à quelques éléments moyens. Une partie des sédiments du puits P2 est transportée par saltation avec 28,30%. Ce mode de transport quant à lui est propre à quelques éléments fins et aux sables moyens.

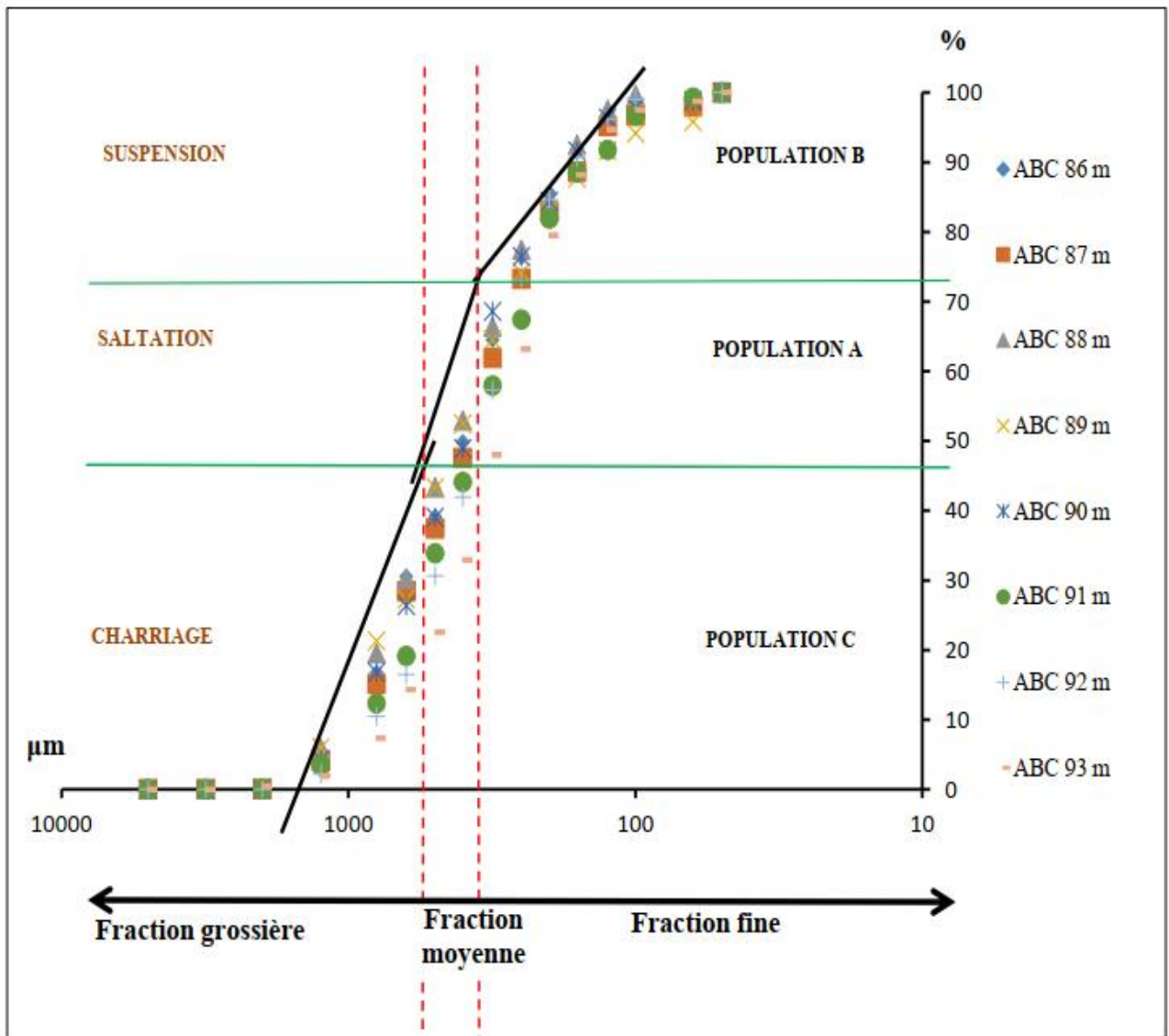


Figure 14:- Diagramme de Visher (1969) appliqué aux sables du puits P2.

**Environnement de dépôt**

**Environnement de dépôt des sables de la commune de Tiapoum (puits P1)**

Le diagramme de dispersion Sk-So appliqué aux sables de la commune de Tiapoum (Puits P1) montre que 100% des sables sont du domaine fluviatile ce qui traduit un milieu continental (figure 15). Ces sables seraient le produit de l'érosion des roches continentales transportées par les eaux de ruissellement et le vent.

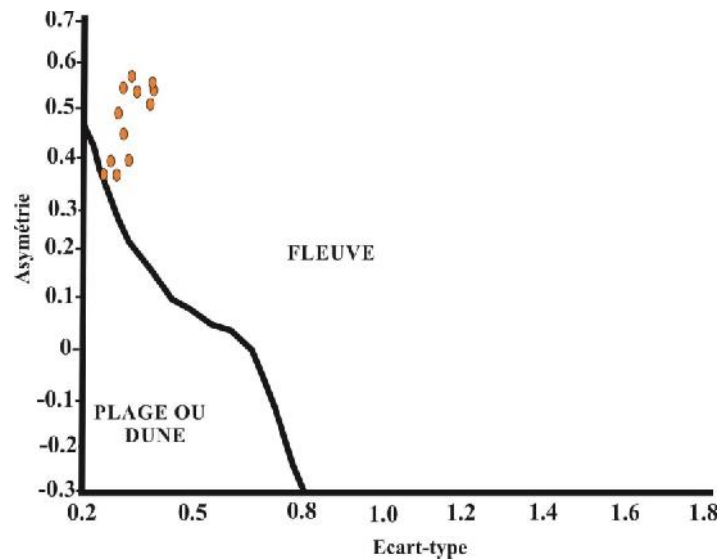


Figure15:- Environnement de dépôt des sables de la commune de Tiapoum (Puits P1).

#### Environnement de dépôt des sables d'Aby carrefour (puits P2)

Le Diagramme de dispersion Sk-So c'est-à-dire écart type en fonction de l'asymétrie appliqué aux sables d'Aby carrefour montre que 100% des sables provenant du puits P2 sont du domaine fluviatile (figure 16). Cela démontre l'environnement ayant prévalu lors du dépôt des sables est continental. Ces sables seraient le produit de l'érosion des roches du socle transporté par les eaux de ruissellement et levant.

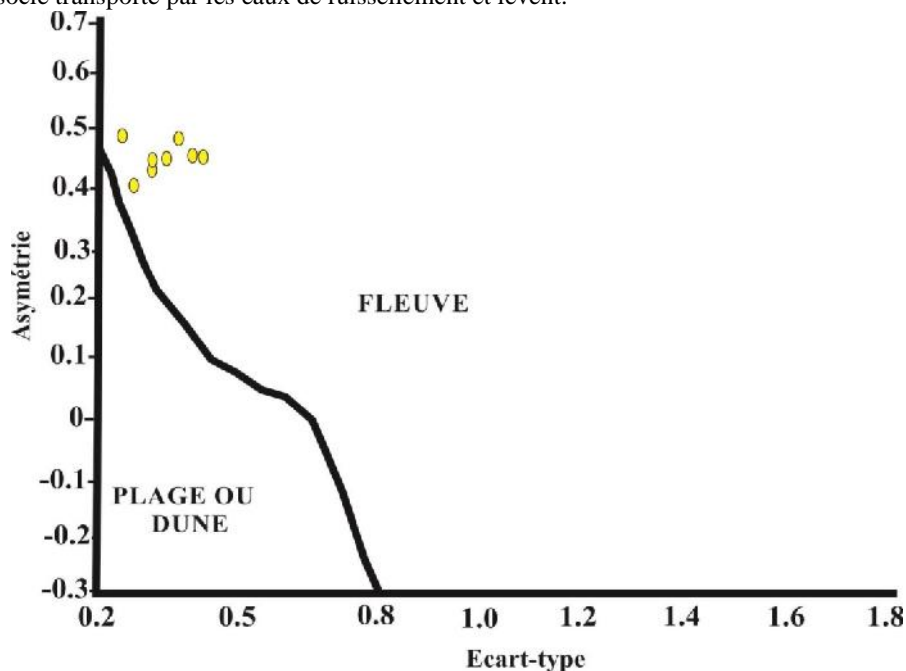


Figure 16:- Environnement de dépôt des sables d'Aby carrefour (puits P2).

#### Morphoscopie des grains de Quartz

##### Morphoscopie des grains de quartz de la commune de Tiapoum (puits P1)

##### Etat de la surface et forme des quartz des sables de la commune de Tiapoum (puits P1)

Les grains de quartz observés dans les sables de la commune de Tiapoum (puits P1) sont émoussés luisants et présentent des craquelures ou cassures dues aux chocs entre les grains lors du transport. Ces grains de quartz sont de couleur blanchâtre. Certains grains (moins nombreux que les autres) de couleurs jaunes-Pâle/roux-clair sont mâts.

Les grains émoussés luisant sont anguleux à arrondis dans l'ensemble avec une prédominance de grains sub-anguleux et sub-arrondis. On note la présence de quelques grains très anguleux et de rares grains très arrondis. Les grains mâts quant à eux sont quasi exclusivement arrondis à très arrondi.

#### **Interprétation de la forme et de l'état de surface des quartz des sables de la commune de Tiapoum (puits P1)**

L'aspect émoussé luisant des grains de quartz (environ 95%) indique un transport dans un milieu aquatique (Transport par l'eau). Tandis que les grains d'aspect mât (environ 5%) sont caractéristiques d'une évolution en milieu éolien (Transport par le vent). Les rayures sur les grains de quartz sont le résultat de la fragmentation provoquée par le brassage entre les grains. Plus la quantité de fluide est faible plus le brassage entre les grains est important. La fragmentation se produit pendant la phase mobile (Assalé, 2013).

Les grains de forme subarrondie à arrondie indiquent que les sédiments ont subis un long transport tandis que les grains anguleux à subanguleux témoignent d'un court temps de séjour dans l'eau c'est-à-dire un faible temps de transport. Ces grains ont une origine proximale.

#### **Morphoscopie des grains de quartz d'Aby carrefour puits P2**

##### **Etat de la surface et forme des quartz des sables d'Aby carrefour (puits P2)**

Les grains de quartz observés dans les sables du puits P2 sont pour la grande majorité émoussés luisants et présentent des craquelures dues aux chocs entre les grains pendant le transport. Ces quartz présentent une couleur blanchâtre. On note aussi la présence de grains mâts.

Les grains de quartz observés dans les sables d'Aby carrefour (puits P2) sont sub-anguleux à sub-arrondis parfois arrondi avec quelques grains anguleux et très anguleux. Les grains ronds mâts sont pratiquement tous arrondis.

#### **Interprétation de la forme et de l'état de surface des quartz des sables d'Aby carrefour (puits P2)**

L'aspect émoussé luisant des grains témoigne d'un long transport en milieu aqueux. Les quelques grains mâts quant à eux résultent d'une évolution en milieu éolien (Transport par le vent). Les rayures (craquelures) présentes sur les grains résultent des chocs entre ceux-ci lors du transport.

La prédominance de forme sub-anguleuse à sub-arrondie et arrondie montre que la source génératrice des sables du département de Tiapoum est loin de leur environnement d'origine. Cependant, Les quelques grains anguleux proviennent de sources proximales c'est-à-dire proche de l'environnement d'origine.

#### **Discussion:-**

Les courbes cumulatives semi-logarithmiques observées au niveau du département de Tiapoum présentent un faciès de type hyperbolique ou sigmoïde. Aussi les valeurs des écart-types obtenues montrent que les sables du département de Tiapoum sont bien à très bien classés traduisant un environnement de dépôt calme. Ces résultats sont conformes à ceux de Riviere (1977) qui affirme dans ses travaux que le faciès hyperbolique indique une réduction progressive de la force de l'agent de transport. Nos résultats sont aussi en adéquation avec ceux de Atto (2014) qui stipule que l'allure de type sigmoïde des courbes cumulatives semi-logarithmiques traduit un dépôt par décantation suite à une variation de la compétence du cours d'eau, autrement dit à une diminution de l'énergie du courant favorisant un bon classement des sédiments.

Les allures plurimodales observées au niveau du département de Tiapoum indiquent que les sources pourvoyeuses des sables de cette zone ont deux (2), trois (3) voir quatre (4) origines. Ces résultats sont en conformité avec ceux d'Assalé (2013). Cet auteur indique dans ses travaux que les allures bi, tri, et quatrимodales suggèrent que les sources pourvoyeuses ont respectivement deux (2), trois (3) et quatre (4) origines entraînant le mélange de sédiments par la confluence de cours d'eau ou l'irrégularité des flux d'eau.

Dans la présente étude, trois (3) modes de transport ont été identifiés. Ce sont : la suspension propre à l'association de grains fins et moyens, la saltation propre à quelques grains fins et aux grains moyens et enfin le charriage qui concerne quelques grains moyens mais particulièrement les grains grossiers. Ces résultats abondent dans le même sens que ceux d'Assalé (2013) qui met aussi en évidence en utilisant le diagramme de Passega, (1957) trois (3) modes de transport en ce qui concerne les sables des localités d'Adiaké et de Bonoua (Sud-Est du bassin onshore de la Côte d'Ivoire).

Les résultats de nos travaux présentent une abondance de grains émoussés luisant accompagnés d'une faible quantité de grains mâts dans les deux puits. Aussi, la prédominance de grains sub-anguleux à sub-arrondis montre que la source génératrice de ces sables est éloignée de leur environnement de dépôt. En somme, nous pouvons dire que l'abondance de grains émoussés luisants, sub-anguleux à sub-arrondis dans les sables du département de Tiapoum témoignent d'un long transport en milieu aqueux. Ces résultats corroborent ceux de Kra (2016) portant sur la caractérisation de la dynamique de transport des grains de quartz du Mio-Pliocène dans les régions d'Anyama et de Bonoua. En effet, Kra (2016) affirme dans ses travaux que l'aspect émoussé luisant des grains de quartz sub-anguleux à sub-arrondis suggère que les sables des localités d'Anyama et de Bonoua ont été transportés sur une distance relativement longue par l'eau.

L'environnement de dépôt des sédiments du département de Tiapoum indique que les sables sont majoritairement de type fluviatile. Ce qui suggère un milieu de dépôt continental. Nos résultats sont similaires aux travaux de Gbangbot *et al.* (2012). Pour ces auteurs, la sédimentation de la partie Sud-Est du bassin onshore de la Côte d'Ivoire s'est fait dans un environnement de type rivière traduisant un milieu continental. Ces résultats sont conformes aux travaux effectués dans la région de Eboinda par Toé Bi *et al.* (2016) et Guédé *et al.* (2022) qui stipulent que les dépôts sont de type fluviatile dans cette région. Aussi, la présence d'hématite dans les sédiments du département de Tiapoum traduit une exposition aérienne de ceux-ci menant à l'oxydation du fer. Ce qui abonde dans le même sens que Kra (2016) qui décrit la présence d'hématite dans les sédiments comme la conséquence d'un régime hydrique contrasté, avec alternance fréquente d'une humidité forte, mais aérée, et d'une sécheresse accentuée traduisant un environnement de dépôt continental oxydé.

### Conclusion :-

L'étude sédimentologique des deux (2) puits du département Tiapoum ont permis de distinguer quatre faciès lithologiques. On observe dans le sens de la sédimentation : les argiles-sableuses, les sables intercalés de grès ferrugineux et la terre de barre. Les argiles-sableuses sont observées aussi bien dans la commune de Tiapoum (Puits P1) où elles sont oxydées que dans la zone d'Aby carrefour (puits P2) où elles sont remaniées. Les sables intercalés de grès ferrugineux ne s'observent que dans la commune de Tiapoum tandis que la terre de barre est présente dans tout le département de Tiapoum et s'amincit de la commune de Tiapoum à Aby carrefour. Les grains contenus dans les sables sont généralement sub-anguleux à sub-arrondis parfois arrondis. Ils sont fins à grossiers avec une prédominance des grains moyens et sont bien classés dans l'ensemble.

Les sables du département de Tiapoum sont des sables fins à grossiers avec une prédominance de grains moyens dont la sédimentation résulte d'une réduction progressive de la force du courant de transport. Ils ont une forte asymétrie vers les grains fins, sont bien à très bien classés et sont pourvus par plusieurs sources comme l'indique les allures plurimodales observées dans les résultats. Ces sables se déplacent principalement par suspension, par charriage mais parfois par saltation. L'observation à la loupe des grains de quartz a permis de comprendre que les sables du département de Tiapoum proviennent principalement de sources distales et ont pour principal agent de transport l'eau.

L'utilisation du diagramme de Friedman ainsi que la synthèse lithologique indiquent que les sédiments du département de Tiapoum sont des dépôts continentaux oxydés et remaniés par endroit.

### References Bibliographiques :-

1. **AKAK. (1991).** *La sédimentation quaternaire sur la marge de la Côte d'Ivoire : Essai de modélisation.* Thèse de doctorat d'Etat, Univ. Nat. Côte d'Ivoire, 146, 233p.
2. **ASSALE 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, Université Félix HB, Abidjan, 361p.
3. **ATTO Y.D. (2014).** *Caractérisation lithostratigraphique et sédimentologique de la région d'Adiaké (bassin onshore Est de la Côte d'Ivoire).* Mémoire de master, Université Félix Houphouët Boigny, 64p.
4. **CAILLEUX A. (1947).** Distinction des sables marins et fluviatiles. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5XV: 375-404p.
5. **GBANGBOT J-M.K., DIGBEHIZ.B., Yao N.J-P., MONDE S. & Yao A.N. (2012).** Lithostratigraphie des Dépôts de Subsurface des régions de Bingerville et d'Assinie, Sud et Sud-est, Basse Côte d'Ivoire. Essai de comparaison des environnements de dépôts au cours du Tertiaire. *European Journal of Scientific Research*, Vol. 86, N°1, 41-52p.

6. **GUEDE K.E. (2016).** *Etude comparée de la palynoflore (kystes de dinoflagellés) au passage crétacé-paléogène (K-Pg) et paléocène-eocène (P-E) du Nord-Ouest du Maroc et du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire : systématique, biostratigraphie, paléoenvironnements et paléobiogéographie.* Thèse de Doctorat, Université Mohamed V. de Rabat. 341p
7. **GUEDE, K.E., SLIMANI, H., YAO, N. J.-P., CHEKAR, M., KOFFI, N. J.-CL., M'HAMDI, A., MOUAH, R. & DIGBEHI, Z.B. (2019).** Late Cretaceous to Early Eocene dinoflagellate cysts from the "12frères" borehole, Fresco, southwestern Côte d'Ivoire: Biostratigraphy and paleobiogeographic implication. *Journal of African Earth Sciences*, 150: 744-756
8. **GUEDE, K.E., ATTO, Y.D.S.R, KOFFI, C.L., DIARRA, I.Z.A.A., EDJEME, K.A.M.A, MESSOU, N.Y.R.A.B.K. & YAO, N.J.P., (Sous presse).** Sédimentologie et paléoenvironnements des formations sédimentaires d'Eboico et d'Adima (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *Article accepté sous presse dans la revue Afrique Science.*
9. **GUEDE K. ., KOFFI C. L., ATTO Y.D.S.R., EDJEME K. A., DIARRA I.A. & DIGBEHI Z.B. (2022).** Caractérisation Sédimentologique et Paléoenvironnementale de la Zone D'eboinda, Sud-est de la Côte d'Ivoire. *ESI Preprints.* <https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2022.p39>
10. **KOUMELAN A. (1996).** *Géochronologie et géochimie des formations archéennes et protérozoïques de la dorsale de Man de Côte d'Ivoire. Implication pour la transition archéen-protérozoïque,* Thèse, Université de Rennes, Mém. Géosciences Rennes n° 73,289p.
11. **KRAA. C.(2016).** *Exoscopie des quartz pour la reconstitution paléogéographique des formations de l'Est du bassin onshore de la Côte d'Ivoire : Cas des localités d'Anyama et de Bonoua.* Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny, 144p
12. **MADON H. & KODJO J. (1979).** Recherche de gisement de graviers et de sables de verrerie dans la région d'Abidjan. *SODEMI, Rapport n°465,* Abidjan.
13. **MARINHO M. & MASCLE I. (1987).** Evolução estrutural do plato marginal da Guiné sua relação com a formação do oceano atlântico Centro-equatorial. *Rev. Brasil. Geociencias,* N°17(2),111 - 117p.
14. **MOIOLA, R. J. & WEISER D. (1968).** Textural parameters: an evaluation. *Journ. Sedim. Petrol.* n°38, pp45-53.
15. **MUNSELL (2009).** Geological rock-color chart 12p
16. **PASSEGA R. ( 1957).** Texture as characteristic of clastic deposition. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists,* Vol. 41, N°9, 1952-1984p.
17. **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.
18. **PINO T.J.P. (1994).** Manipulations sédimentologiques courantes. *M.W. TURGAL. 07. SEDI* Edition de février 1994. 118p.
19. **RIVIERE A. (1977).** Méthodes granulométriques : techniques et interprétation. *Ed Masson,* Paris, New York, Barcelone, Milan, 149p.
20. **RIVIERE A. (1990).** Expression analytique générale de la granulométrie des sédiments meubles. Notions de faciès granulométrique. *Bull. Soc. Géol. France – 6e série. T ; II-* pp.155.
21. **SOMBO B. (2002).** *Etude de l'évolution structurale et sismo-stratigraphique du bassin sédimentaire offshore de Côte d'Ivoire, marge passive entaillée d'un canyon.* Thèse de doctorat d'état ès Sc.Nat. Université (Côte d'Ivoire), 304p.
22. **TAGINIB.(1971).** *Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire. Essai de géotectonique structurale.* Thèse doctorat sc. Nat., Univ Lausanne, 302p.
23. **TOE BI, K.K.K., YAO, N.J-P., KESSE, T.M., & DIGBEHI, Z.B. (2016).** Caractérisation Sédimentologique et Hydrodynamique des Formations Sableuses du Miocène Inferieur de la Région d'Eboinda (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal,* February 2016, vol.12, No.9 pp. 192-211.
24. **VISHER G.S. (1969).** Grain size distributions and depositional processes. *Jour. Sedim. Petrol, Tulsa,* vol. 39, n° 3, 1074- 1106p.