

CARACTÉRISATION PÉTRO-SÉDIMENTAIRE DES CORDONS LITTORAUX FOSSILES D'ASSINIE, CÔTE D'IVOIRE

Mamadou TOURE*, Beh Casimir KPAN, Ted-Edgard WANGO, Sylvain MONDE et Sogbo DOSSO

Département de Géosciences Marines, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët-Boigny Abidjan Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

* Correspondance, e-mail : touremmd@yahoo.fr

RÉSUMÉ

La zone côtière au niveau d'Assinie se caractérise par la présence de plusieurs cordons littoraux fossiles. Sept (7) puits ont été réalisés sur l'un de ces cordons anciens afin de connaître sa lithologie et sa granulométrie. En outre, une analyse minéralogique des sables est faite ainsi que la morphoscopie des grains de quartz. L'étude lithologique révèle que les sédiments sont meubles, non consolidés et essentiellement constitués de sables. Ce sont en majorité des sables moyens ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$), très bien classés à bien classés ($0,35 < So < 0,50$) et symétriques à l'échantillon ($-0,1 < Ski < +0,1$). Ils contiennent de la matière organique en proportion variable ainsi que des débris organiques. Le mode (Mo) indique une allure unimodale, témoins d'une seule source pourvoyeuse de sédiments. Les courbes cumulatives semi-logarithmiques extraites de la granulométrie sont sigmoïdales, caractéristiques du faciès hyperbolique. Cela suggère que la sédimentation s'est faite à la suite d'une variation modérée dans la compétence du courant de transport. Le quartz et le leucocène sont les minéraux les plus abondants dans les sédiments. On y trouve aussi l'épidote, la tourmaline et des minéraux indéterminés. Les grains de quartz sont essentiellement très arrondis à sub-arrondis avec dans l'ensemble un aspect émoussé luisant.

Mots-clés : *cordon littoral fossile, lithologie, granulométrie, morphoscopie, minéralogie, Assinie.*

ABSTRACT

Characterization petro-sedimentary study of old barrier beach of Assinie, Côte d'Ivoire

The coastal area of Assinie is characterized by the presence of several fossil of barrier beaches. Seven (7) wells have been dug on one of these old barriers in order to know its lithology and the grain size. In addition, a mineralogical analysis of sands was carried out, thus that the morphoscopy of the quartz grains. The lithological study reveals that the sediments movable, are not consolidated and primarily constituted by sands. It is in majority of average sands ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$), classified very well to good classified ($0.35 < So < 0.50$) and symmetrical with the sample ($-0.1 < Ski < +0.1$). They contain organic matter in variable proportion as well as organic remains. The mode (Mo) indicates a unimodal pace, witnesses of only one source provider of sediments. The semi-logarithmic cumulative curves extracted granulometry are sigmoïdales, characteristic of the hyperbolic facies. That suggests that sedimentation was done following a variation moderated in the competence of the current of transport. Quartz and the leucocene are the most abundant minerals in the sediments. One finds there also epidote, the tourmaline and of unspecified minerals. The quartz grains primarily are very rounded with sub-round-offs with as a whole a shining blunted aspect.

Keywords : *old offshore bar, lithology, granulometry, morphoscopie, mineralogy, Assinie.*

I - INTRODUCTION

A l'interface terre-eau, se développe un environnement particulier constitué de galets, de côtes rocheuses dont certaines à falaises, d'estuaires, de plages, de côtes marécageuses et de cordons sableux littoraux. En Côte d'Ivoire, on observe un cordon littoral actuel et des anciens cordons dits fossiles. Ces derniers sont immergés ou émergés. Le cordon actuel et le cordon fossile immergé ont fait l'objet de plusieurs études tant sur le plan morphologique que pétro-sédimentaire [1 - 7]. Ce qui n'est pas le cas des cordons anciens émergés. La présente étude, qui porte sur le cordon littoral fossile émergé d'Assinie (**Figure 1**), fait l'analyse lithologique, granulométrique, minéralogique et morphoscopique des sédiments constitutifs de ce cordon.



Figure 1 : Zone d'étude sur le cordon fossile d'Assinie

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sept puits d'échantillonnage sur le cordon fossile, de profondeur comprise entre 1,70 et 2 m, ont été réalisés à la tarière. Les échantillons prélevés sont d'abord décrits afin de déterminer l'aspect, la couleur, la texture et la présence ou non de carbonates. Une fraction de chaque échantillon (environ 100 g) est ensuite lavée et séchée à l'étuve à 50° C pendant 48 heures. Après séchage, on procède à l'attaque à l'eau oxygénée et à l'acide chlorhydrique pour éliminer la matière organique et les carbonates. L'échantillon est à nouveau séché puis tamisé sur une colonne de tamis de type AFNOR. Le résidu de chaque tamis est pesé. Pour chaque fraction grossière, on détermine les différents pourcentages et on trace les courbes cumulatives semi-logarithmiques. Celles-ci permettent de déterminer les paramètres granulométriques selon la classification de [8, 9]. Le faciès granulométrique a été identifié à partir de la méthode de [10]. Les diagrammes de dispersion de [11] ont servi à déterminer l'environnement de dépôt. Ces diagrammes permettent de différencier les environnements de sable de plage et de rivière, de dune côtière et de dune continentale. La détermination du cortège minéralogique s'est faite à l'aide d'une loupe binoculaire et d'échantillons de minéraux tests. L'étude morphoscopique s'est basée sur les méthodes de [12, 13].

III – RÉSULTATS ET DISCUSSION

III-1. Description lithologique des sédiments

L'étude lithologique à travers sept puits révèle que les sédiments sont meubles, non consolidés et essentiellement constitués de sables. Ces sédiments sont gris,

brun ou blanc en fonction de la présence ou non de débris et de matières organiques (**Figure 2**). L'ensemble des niveaux traversés peut être regroupé en trois principales couches :

- une couche de surface, de profondeur comprise entre 0 et 0,5 m en moyenne, constituée de sable avec des débris organiques ;
- une couche de sable blanc lessivé contenant de l'eau, située entre 0,5 et 1 m de profondeur ;
- une couche de sable avec une proportion variable de matière organique (2 à 15 %) située entre 1 et 2 m de profondeur.

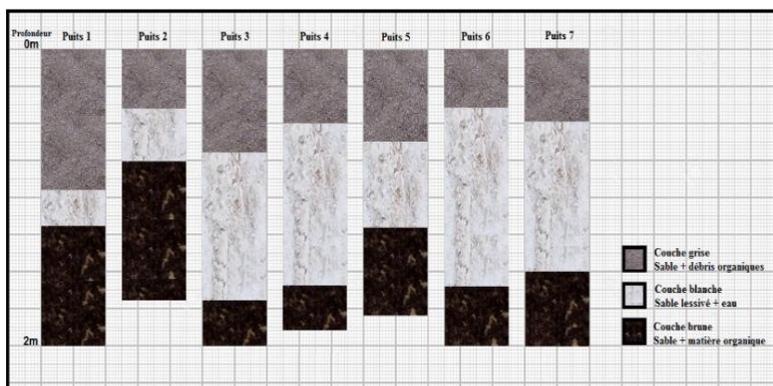


Figure 2 : *Lithologie des puits situés sur le cordon fossile d'Assinie*

III-2. Paramètres granulométriques

Les paramètres granulométriques extraits des différentes représentations graphiques ont permis de caractériser les sédiments des différents puits. Les échantillons pris en compte proviennent des trois principales couches rencontrées dans les différents puits.

III-2-1. Puits 1

L'échantillon issu des sédiments superficiels (P1a) est constitué de sables moyens ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$), bien classés ($0,35 < So < 0,50$) avec une asymétrie vers les petites tailles ($+ 0,10 < Sk < + 0,30$) (**Tableau 1**). L'échantillon de la couche des sables lessivés (P1b) est constitué de sables moyen ($Mz = 286,67$), très bien classés ($So < 0,35$) et présente une asymétrie vers les petites tailles ($+ 0,10 < Sk < + 0,30$) (**Tableau 1**). L'échantillon provenant des sables riches en matière organique (P1c) contient des sables moyens ($Mz = 350$), bien classés ($0,35 < So < 0,50$) à très bien classés ($So < 0,35$) avec une symétrie granulométrique à l'échantillon ($-0,1 < Ski < +0,1$) (**Tableau 1**).

L’histogramme de fréquences indique une distribution unimodale (*Figure 3*), caractéristique du dépôt d’un seul type de sédiments.

Tableau 1 : Paramètres granulométriques des sables du puits 1

| Échantillons | Mz | So | Ski | Caractéristiques granulométriques |
|--------------|--------|------|-------|---|
| P1a | 310,00 | 0,39 | 0,16 | Sables moyens, bien classés, asymétrie vers les petites tailles |
| P1b | 286,67 | 0,31 | 0,22 | Sables moyen, très bien classés, asymétrie vers les petites tailles |
| P1c | 350,00 | 0,31 | -0,01 | Sables moyens, très bien classés et symétriques |

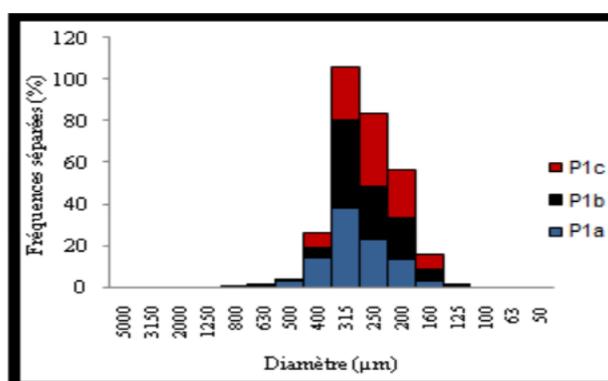


Figure 3 : Histogramme de fréquence de la granulométrie du puits 1

III-2-2. Puits 2

L’échantillon issu des sédiments superficiels (P1a) est constitué de sables moyens ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$), bien classés ($0,35 < So < 0,50$) avec une asymétrie vers les petites tailles ($+ 0,10 < Sk < + 0,30$) (*Tableau 2*). Les sédiments des couches lessivée (P2b) et à matière organique (P2c), sont constitués de sables moyens ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$), bien classés ($0,35 < So < 0,50$) et symétrique à l’échantillon ($-0,10 < Ski < +0,10$) (*Tableau 2*). L’histogramme de fréquences montre une seule classe modale (*Figure 4*)

Tableau 2 : Paramètres granulométriques des sables du puits 2

| Échantillons | Mz | So | Ski | Caractéristiques granulométriques |
|--------------|--------|------|-------|---|
| P2a | 333,33 | 0,39 | 0,17 | Sables moyens, bien classés, asymétrie vers les petites tailles |
| P2b | 366,67 | 0,39 | -0,02 | Sables moyen, bien classés et symétriques |
| P2c | 323,33 | 0,43 | 0,04 | Sables moyens, bien classés et symétriques |

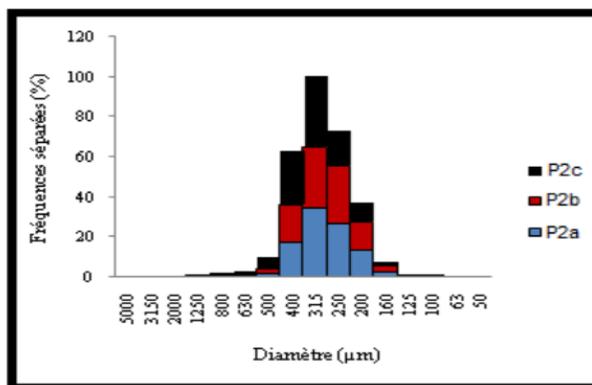


Figure 4 : Histogramme de fréquence de la granulométrie du puits 2

III-2-3. Puits 3

Les différents échantillons traités dans ce puits montrent que les sédiments sont constitués de sables moyens ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$), très bien classés ($So < 0,35$) à bien classés ($0,35 < So < 0,50$) et symétrique ($-0,10 < Ski < +0,10$) (Tableau 3). L'histogramme de fréquence est à un maximum correspondant à une distribution unimodale (Figure 5).

Tableau 3 : Paramètres granulométriques des sables du puits 3

| Échantillons | Mz | So | Ski | Caractéristiques granulométriques |
|--------------|--------|------|-------|---|
| P3a | 353,33 | 0,46 | -0,04 | Sables moyens, bien classés et symétriques |
| P3b | 400,00 | 0,32 | 0,09 | Sables moyen, très bien classés et symétriques |
| P3c | 336,67 | 0,34 | 0,08 | Sables moyens, très bien classés et symétriques |

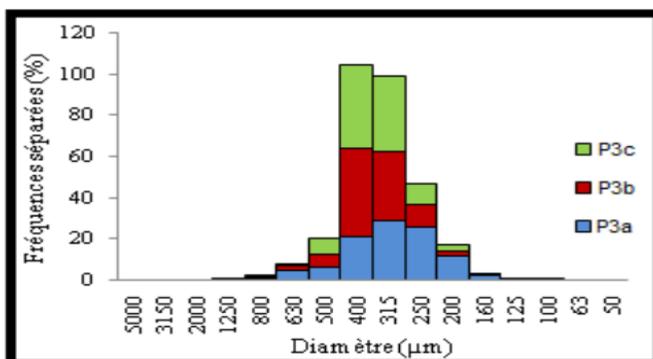


Figure 5 : Histogramme de fréquence de la granulométrie du puits 3

III-2-4. Puits 4

Les sédiments des trois échantillons (P4a, P4b et P4c), sont constitués de sables moyens ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$) et bien classés ($0,35 < So < 0,50$). L'échantillon P4a présente une asymétrie vers les petites tailles ($Ski = 0,16$), tandis que les échantillons P4b et P4c présentent une symétrie à l'échantillon ($-0,10 < Ski < +0,10$) (**Tableau 4**). Les histogrammes de fréquences montrent une seule classe modale (**Figure 6**).

Tableau 4 : Paramètres granulométriques des sables du puits 4

| Échantillons | Mz | So | Ski | Caractéristiques granulométriques |
|--------------|--------|------|------|---|
| P4a | 386,67 | 0,46 | 0,16 | Sables moyens, bien classés, asymétrie vers les petites tailles |
| P4b | 399,33 | 0,39 | 0,10 | Sables moyen, bien classés et symétriques |
| P4c | 386,67 | 0,39 | 0,05 | Sables moyens, bien classés et symétriques |

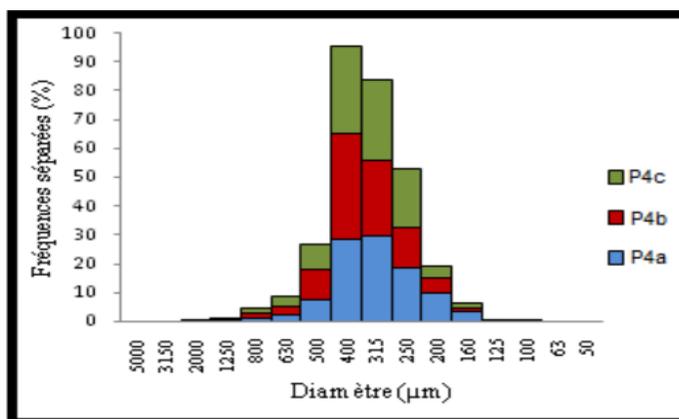


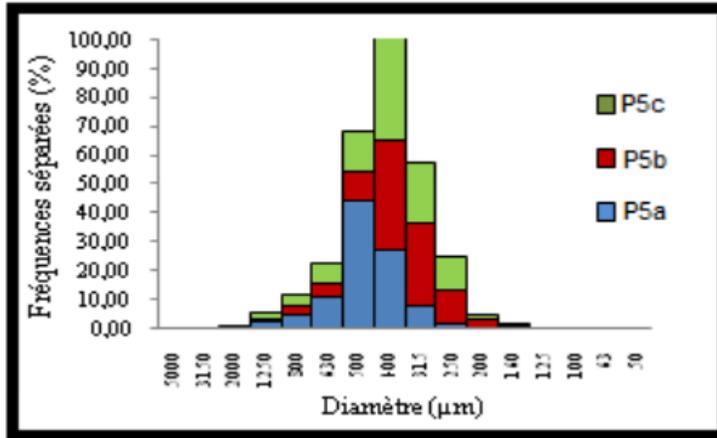
Figure 6 : Histogramme de fréquence de la granulométrie du puits 4

III-2-5. Puits 5

Tous les échantillons sont constitués de sables moyens ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$), modérément classé pour l'échantillon P5c ($0,50 < So < 0,80$) à bien classés pour les échantillons P5a et P5b ($0,35 < So < 0,50$) et symétrique à l'échantillon ($-0,10 < Ski < +0,10$) (**Tableau 5**). L'histogramme de fréquence présente un maxima correspondant à une distribution unimodale (**Figure 6**).

Tableau 5 : Paramètres granulométriques des sables du puits 5

| Échantillons | Mz | So | Ski | Caractéristiques granulométriques |
|--------------|--------|------|-------|--|
| P5a | 400,00 | 0,37 | -0,01 | Sables moyens, bien classés et symétriques |
| P5b | 400,00 | 0,44 | -0,03 | Sables moyen, bien classés et symétriques |
| P5c | 460,00 | 0,55 | 0,01 | Sables moyens, modérément classés et symétriques |

**Figure 6 : Histogramme de fréquence de la granulométrie du puits 5**

III-2-6. Puits 6

Les sables de ces trois échantillons (P6a, P6b et P6c) sont moyens ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$), très bien classés pour l'échantillon P6c ($So < 0,35$) à bien classés pour les échantillons P6a et P6b ($0,35 < So < 0,50$). Ils sont tous symétriques à l'échantillon ($-0,10 < Ski < +0,10$) (**Tableau 6**). L'histogramme de fréquences montre une seule classe modale (**Figure 7**).

Tableau 6 : Paramètres granulométriques des sables du puits 6

| Échantillons | Mz | So | Ski | Caractéristiques granulométriques |
|--------------|--------|------|-------|---|
| P6a | 356,67 | 0,39 | 0,04 | Sables moyens, bien classés et symétriques |
| P6b | 330,00 | 0,39 | -0,01 | Sables moyen, bien classés et symétriques |
| P6c | 330,00 | 0,32 | -0,10 | Sables moyens, très bien classés et symétriques |

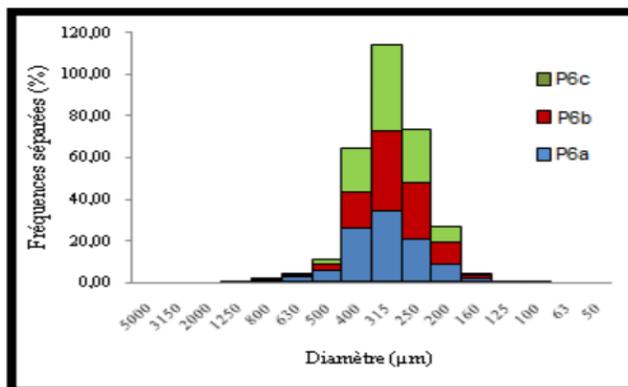


Figure 7 : Histogramme de fréquence de la granulométrie du puits 6

III-2-7. Puits 7

Les sédiments de ces trois échantillons (P7a, P7b et P7c) sont constitués de sables moyens ($250 \mu\text{m} < Mz < 500 \mu\text{m}$), modérément classés pour l'échantillon P7a ($0,50 < So < 0,80$) à bien classés pour les échantillons P7b et P7c ($0,35 < So < 0,50$) (d). Ils sont tous plus ou moins symétrique à l'échantillon ($-0,10 < Ski < +0,10$) (Tableau 7). Les histogrammes de fréquences montrent une seule classe modale (Figure 8).

Tableau 7 : Paramètres granulométriques des sables du puits 7

| Échantillons | Mz | So | Ski | Caractéristiques granulométriques |
|--------------|--------|------|-------|--|
| P7a | 416,67 | 0,52 | -0,12 | Sables moyens, modérément classés et symétriques |
| P7b | 383,33 | 0,43 | 0,11 | Sables moyen, bien classés et symétriques |
| P7c | 400,00 | 0,48 | -0,07 | Sables moyens, bien classés et symétriques |

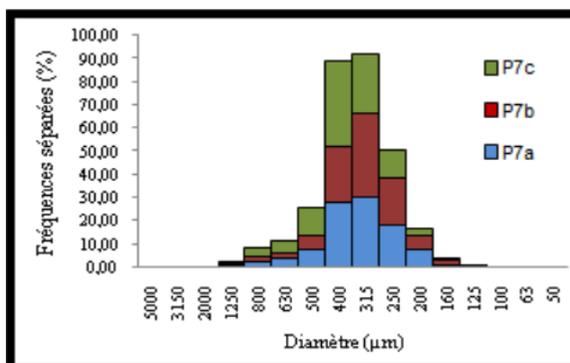


Figure 8 : Histogramme de fréquence de la granulométrie du puits 7

III-3. Faciès granulométriques

Les courbes cumulatives semi-logarithmiques issues de la granulométrie sont sigmoïdales caractéristiques du faciès hyperbolique (**Figure 9**). Ce faciès indique une sédimentation faite par accumulation libre c'est-à-dire un dépôt qui s'est réalisé du fait d'une variation banale et modérée dans la compétence du courant de transport. Il est synonyme d'un hydrodynamisme faible à moyen dans cette zone. Ce qui indique une baisse progressive de la force de l'agent de transport qui abandonne les grains sur place.

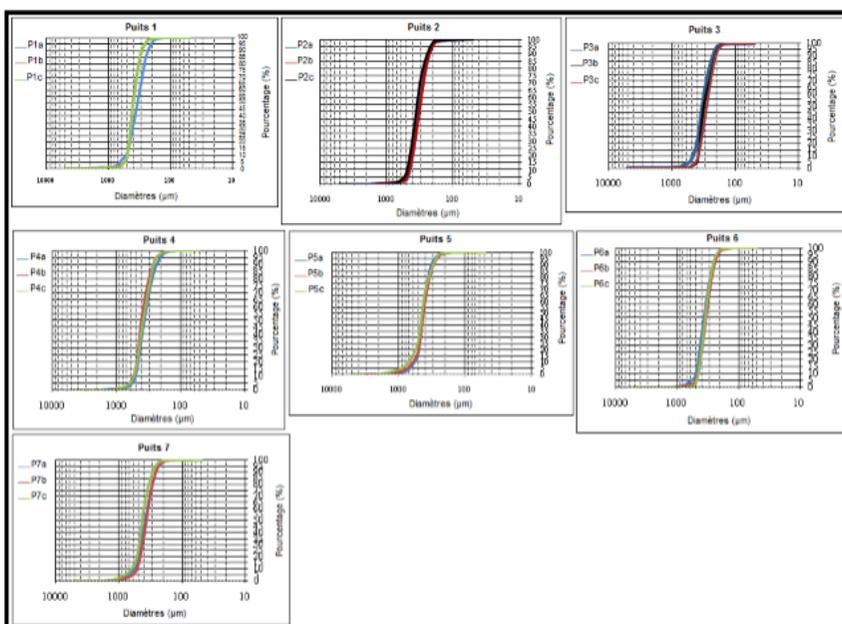


Figure 9 : Courbes cumulatives semi-logarithmiques des différents puits

III-4. Environnement de dépôt des sédiments

Le diagramme de dispersion Md-Ski appliqué aux sédiments révèle que les sédiments du cordon fossile d'Assinie se sont déposés dans un environnement de type dune côtière (**Figure 10 A**). Le diagramme de dispersion So-Md de [11] (**Figure 10 B**) appliqués aux sédiments montre que ceux-ci se sont déposés en milieu plage. Cela est confirmé par le diagramme Mz-Ski (**Figure 10 C**). De ces analyses, il ressort que l'environnement de dépôt des sédiments du cordon fossile d'Assinie est de type plage.

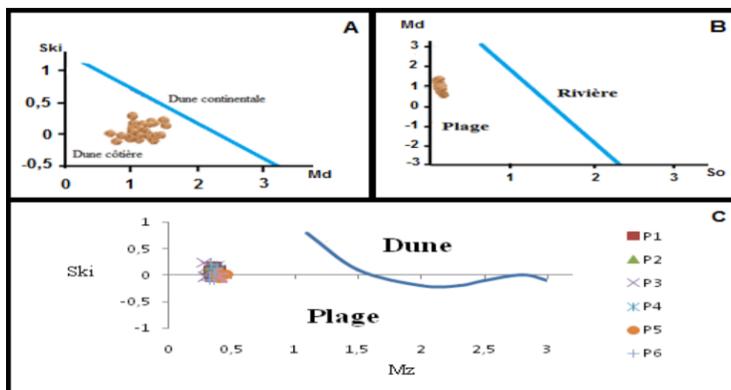


Figure 10 : Diagramme Md- Ski, So-Md et Mz-Ski des sédiments du cordon fossile d'Assinie

III-5. Analyse minéralogique des sédiments et morphoscopie des grains de quartz

Les échantillons observés à la loupe binoculaire sont les refus des tamis de 500 μm , 125 μm , 100 μm et 63 μm (Figure 11). L'observation a permis de déterminer le cortège minéralogique des sédiments du cordon fossile d'Assinie. Les sables observés sont essentiellement constitués de quartz qui est présent dans toutes les fractions. Il est suivi du leucocène, de l'épidote et de la tourmaline. On y trouve également le Sphène, des minéraux ferro-magnésiens (biotite, pyroxènes, amphiboles), le rutile et l'ilménite. La morphoscopie des grains de quartz montre des grains avec un aspect généralement émoussé-luisant, une forme très arrondie à arrondie quelque fois sub-arrondie, caractéristique d'un transport et/ou d'un brassage par l'eau plus ou moins long.

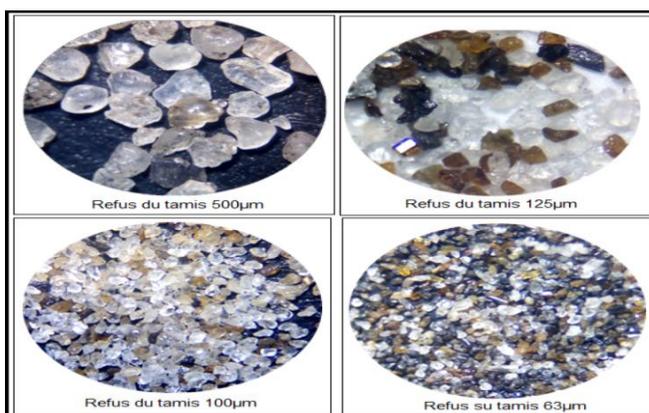


Figure 11 : Minéraux rencontrés et différentes formes et aspects des grains de quartz.

Des analyses lithologiques, il ressort que le cordon littoral fossile d'Assinie est constitué de sédiments meubles contrairement aux cordons fossiles immergés du plateau continental ivoirien où on rencontre des grès (Beach Roch) quartzeux à ciment ferrugineux [6]. Le cordon du plateau continental serait donc antérieur au cordon ancien d'Assinie. Le cordon du plateau continental est constitué de sédiments qui ont été consolidés à la suite des derniers épisodes d'oxydation [14]. Les différents indices (Mz, So et Ski) issus des paramètres granulométriques révèlent un courant régulier de faible énergie, transportant autant de grains moyens que de grains fins depuis une origine lointaine. Etant donné que les sédiments fins et homogènes se concentrent là où l'action du courant de transport est faible [3], le courant de guinée et le sous courant ivoirien, permanents et faibles entre janvier et mars feraient partie des facteurs du transport et du dépôt des sédiments. Selon [15], les particules solides ont été transportées en général par saltation, et quelque fois par charriage-saltation. La variation de taille du grain moyen, montre une énergie d'intensité variable. Ce qui est concordant avec les travaux de [16]. La variation de diamètre du grain moyen montre que l'énergie de dépôt a baissé en partant d'Ouest en Est pour toutes les couches, mais plus considérable pour la couche lessivée. Ces résultats sont identiques à ceux du cordon actuel pour lequel, il y a une décroissance granulométrique de l'Ouest vers l'Est [3].

IV - CONCLUSION

La description des sédiments du cordon littoral ancien d'Assinie a montré que ceux-ci sont meubles et sont essentiellement constitués de sables avec une proportion variable de débris et de matières organiques. La lithologie permet de distinguer trois principaux types de couches qui sont du haut vers le bas :

- une couche superficielle de sable de couleur grise due à la présence de débris organiques ;
- une couche lessivée de sable blanc avec une abondance d'eau ;
- une couche de sable brun à proportion variable de matière organique.

L'étude granulométrique a montré que les sables sont en majorité moyens à fins (250 à 500 μm). Ces sables sont très bien classés à bien classés avec une symétrie granulométrique dans l'ensemble. Ce sont principalement des sables de plage avec une dispersion très grande. L'homogénéité et le bon classement des sables expliquent la régularité et la faible intensité de l'énergie de transport et de dépôt. La morphoscopie des grains de quartz a montré que les grains de quartz présentent dans l'ensemble un aspect émoussé-luisant, une forme très arrondie à arrondie et quelque fois sub-arrondie, caractéristique d'un transport et/ou d'un brassage par l'eau plus ou moins long. Sur le plan minéralogique,

on note une abondance de quartz. Il y a aussi la présence de leucocène, d'épidote, de tourmaline et de minéraux ferro-magnésiens.

RÉFÉRENCES

- [1] - S. MONDE, "Nouvelles approches de la cartographie du plateau continental de Côte d'Ivoire: aspects morphologiques et sédimentologiques", Thèse de Doctorat 3ème cycle Fac. Sci, Université Abidjan, n°253/97 (1997) 175 p.
- [2] - C. HAUHOUOT, "Analyse et cartographie de la dynamique du littoral et risques naturels côtiers en Côte d'Ivoire". Thèse de Doc. Univ. De Nantes, (2000) 289 p.
- [3] - J. ABE, "Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique du littoral ivoirien (cas du littoral d'Abidjan) Essais de modélisation en vue d'une gestion rationnelle". Thèse de Doctorat d'Etat. Sc. Nat., Univ. Abidjan, (2005) 345 p.
- [4] - K. L. ADOPO, K. L. KOUASSI, A. V. I. WOGNIN, S. MONDE et K. AKA, "Caractérisation des sédiments et morphologie de l'embouchure du fleuve Comoé (Grand-Bassam, Côte d'Ivoire)", Revue Paralia, Vol.1, (2008) pp 2.1 - 2.10.
- [5] - M. TOURE, "Applicabilité des mesures de protection du littoral aux Côtes Ivoiriennes". Thèse de Doctorat unique, Université de Cocody, (2009) 184 p.
- [6] - C. A. AKOBÉ, "Caractérisation des grès de la Côte d'Ivoire et du Ghana (Golf de Guinée) : environnement de dépôt, maturité et potentialité énergétique (réservoirs à hydrocarbure)". Thèse Doctorat univ. Univ. Cocody, Côte d'Ivoire, (2010) 167 p.
- [7] - V. WOGNIN, A. S. COULIBALY, A. C. AKOBE, S. MONDE et K. AKA, "Morphologie du littoral et cinématique du trait de côte de Vridi à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire)" ; journal of environmental hydrology, volume 21, paper 1, january 2013, (2013) 1 - 10 pp.
- [8] - R. L. FOLK et W. C. WARD, "Brazos rivers bar: a study in the significance of grain size parameters". Journ. Sc. Petrol. Tulsa Okla, Vol. 27, N° 1 (1957) 3 - 26 pp.
- [9] - G. M. FRIEDMAN, "Comparison of moment measures for sieving and thin-section data for sedimentary petrological studies". Jour. Sedim. Petrol. 32 (1962) 15 - 25 pp.
- [10] - A. RIVIERE, "Contribution à l'étude géologique des sédiments sableux". Ann. Inst. Océano. Edition Masson, nouvelle sér., t. XVII, fasc. 4 plaquette in -4, (1960) 28 p.

- [11] - R. J. MOIOLA et D. WEISER, "Textural parameters: an evaluation". Journ. Sedim. Petrol, N°38 (1968) 45 - 53 pp.
- [12] - F. PETTIJOHN, "Sedimentary Rocks – Happer Frères. *In* : Sedimentology". With 177 figures and 17 tables. Translation Thomas Reimer. CHAMLEY H. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, (1949) 285 p.
- [13] - A. CAILLEUX, "Distinction des sables marins et fluviatiles". Bull. Soc Géol. Fr., 5^e série, t. XV, (1947) 375 - 404 pp.
- [14] - F. Y. P. ASSALE, "Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations sédimentaires connexes à la faille des lagunes". Thèse Doctorat univ. Univ. Cocody, Côte d'Ivoire, (2013) 361 p.
- [15] - J-M. K. GBANGBOT, Z. B. DIGBEHI, N. J-P. YAO, S. MONDE et A. N. YAO, "Lithostratigraphie des Dépôts de Subsurface des régions de Bingerville et d'Assinie, Sud et Sud-est, Basse Côte d'Ivoire. Essai de Comparaison des Environnements de Dépôts au Cours du Tertiaire". European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X, Vol. 86, N°1 (2012) 41 - 52 pp.
- [16] - P. YACE, "Evolution du trait de côte et dynamique sédimentaire du littoral ivoirien entre Grand-Bassam et Jacqueline". Thèse, Univ. Abidjan, (1987) 114 p.