

Etude Sedimentologique et Esquisse Paléoenvironnementale des Formations de fresco

N'goran J-P. YA^{AO} ¹, Zéli B. DIGBEHI¹, Sylvain MONDE¹, Akoua C. KRA¹, Kouamé AKA¹, N'Zalassé BLEOUE², Yassi J. TEA², Yaba L. H. KPLOHI² & Kouamé L. DUFFI².

¹ Université de Cocody, UFR-STRM, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

² Petroci BP V 194 Abidjan,

* Auteur pour les correspondances (E-mail : dryao-ngoran@yahoo.fr)

Reçu le 22-06-2010, accepté le 19-05-2011

Résumé

Les analyses sédimentologiques réalisées dans ce travail, sont un prélude d'un projet d'études pluridisciplinaires intégrant la sédimentologie, la biostratigraphie et les paléoenvironnements des formations géologiques de Fresco. Elles s'appuient sur l'étude de 227 échantillons de déblais des sondages Fresco 1 et Fresco 2, situés dans la partie occidentale du bassin côtier ivoirien. Elles ont abouti à une meilleure approche de l'origine du matériel sédimentaire, du milieu de dépôt, des conditions hydrodynamiques et de l'âge relatif des formations dans le périmètre d'étude. Elles indiquent en effet, une sédimentation argileuse et sableuse dominante, à intercalations de grès et de calcaires, généralement glauconieuse et phosphatée dans la partie supérieure. Les dinokystes rencontrés sont essentiellement d'origine marine et caractérisent trois étages (Maastrichtien, Paléocène et Eocène inférieur). Les sables analysés sont à grains moyens à grossiers, très bien classés, symétriques à asymétriques vers les éléments fins. Cette sédimentation, présentant des faciès de type sigmoïde, s'est faite par accumulation libre, par saltation et par suspension. Les grains de quartz majoritairement sub-anguleux à sub-arrondis suggèrent une source pourvoyeuse relativement distale tandis que leur aspect émoussé luisant évoque un séjour en milieu aquatique. Deux intervalles carbonatés décrits dans chacun des deux sondages traduisent deux pulsations marines franches sur une plateforme continentale interne à bathyale.

Mots clés : sédimentologie, paléoenvironnement, formations de Fresco, Côte d'Ivoire.

Abstract

Sedimentological Study and Palaeoenvironmental outline Trainings of fresco.

Sedimentological and biostratigraphic analysis of geological formations of Fresco based on the study of 227 cuttings samples, located in the western part of the Ivorian coastal basin. They have resulted in a better approach to the origin of sedimentary material, depositional environment, hydrodynamic conditions and the relative age of formations in the region of Freco. Sedimentation is predominantly of clay and sandy with intercalations of sandstone and limestone, glauconitic and phosphate at the top. The dinocysts encountered are mainly of marine origin and characterize the Maastrichtian, Paleocene and Eocene. The sands are medium to coarse, well sorted, symmetrical to asymmetrical fine elements. The granulometric facies type is sigmoidal, sedimentation was therefore made by accumulating free by saltation and suspension. The quartz are mainly sub-angular to sub-rounded, that's suggest a relatively distal source purveyor while they look dull glow reminiscent of a time in the aquatic environment. Two carbonate intervals described in the polls reflect two pulses on a free marine continental shelf internal bathyal.

Keywords : sedimentology, paleoenvironment, geological formations, Fresco, Côte d'Ivoire.

1. Introduction

La Côte d'Ivoire appartient au vieux bouclier de l'Afrique de l'Ouest. Sa géologie indique deux entités distinctes (Tagini, 1960, 1971 ; Yacé, 1976) ; d'une part un socle précambrien couvrant 97,5% du territoire, et d'autre part un bassin sédimentaire d'âge secondaire-tertiaire, formant une mince frange littorale (2,5%) en bordure de l'Océan Atlantique dans le Golfe de Guinée septentrional. Les modèles d'évolution structurale et sédimentaire de ce bassin comporte quatre phases allant de la phase rifting (Crétacé inférieur) à l'océanisation complète (fin Tertiaire) (Digbehi, 1987 ; Chierici, 1996). Des faciès paléogènes affleurent à l'Est (calcaires glauconieux d'Eboco) et à l'Ouest (falaises vives de Fresco). Dans cette partie occidentale du bassin, les études menées ont abouti à des résultats controversés notamment en ce qui concerne la définition des différents ensembles lithostratigraphiques, leur âge et leurs milieux de dépôt. En effet, les sables glauconieux ont été décrits à la base de ces falaises (Douville, 1952) en lieu et place des formations calcaires (Hubert, 1917). En outre, les divergences portent sur le nombre d'unités lithologiques : Douville (1952) en identifie trois (3), Maugis *et al* (1955) une vingtaine, une quinzaine par Tessier (1960), Charpy & Nahon (1978) et une douzaine par Tastet & Roques (1969). Par ailleurs, les divergences relatives aux limites Crétacé-Tertiaire et Paléocène-Eocène ont constitué une des raisons pour lesquelles deux sondages ont été exécutés en 2008 dans ce secteur par une compagnie pétrolière. Les différents déblais recueillis au cours de ces sondages servent de support aux études sédimentologiques et biostratigraphiques (ici palynologiques) initiées en vue d'établir un modèle d'évolution des environnements de dépôt mais aussi de la paléogéographie au cours du Tertiaire dans ce secteur.

Le présent travail fait une analyse sédimento-

logique des différents déblais. Il s'agit d'approches lithologiques, granulométriques, morphoscopiques et du mode de transport des fractions détritiques. En outre, elle fait une corrélation lithostratigraphique des sondages à partir de quelques palynomorphes contenus dans les déblais.

2. Matériel et méthodes

Les analyses sédimentologiques sont effectuées sur des déblais extraits de deux sondages distants l'un de l'autre de 10 km environ (Fig.1). Leur localisation respective est la suivante : sondage Fresco 1 : N5°03'43.4" ; W 5°41'22.8", altitude 48 m; sondage Fresco 2 : N5°04'26.8" ; W 5°37'01.0", altitude 41 m. Un échantillonnage de 227 déblais a été obtenu à partir des sondages Fresco 1 et Fresco 2. Le prétraitement des déblais se fait en cinq (5) étapes : *i*) l'analyse lithologique a adopté la méthode d'estimation tactile de l'abondance des grains et de leur type ; *ii*) l'observation à la loupe des résidus de lavage qui apprécie l'abondance relative des éléments figurés ; *iii*) l'analyse granulométrique à sec de chaque échantillon de sables sur une colonne de seize tamis (série AFNOR), après élimination de la matière organique à l'eau oxygénée et des carbonates à l'acide chlorhydrique ; les paramètres obtenus (moyenne, écart type, skewness) sont interprétés d'après les normes de Saaidi (1991) ; le mode de transport des sédiments et les milieux de dépôt sont respectivement déduits des diagrammes de Visher (1969) et de Moiola & Weiser (1968) ; *iv*) l'étude morphoscopique des grains de quartz réalisée au Microscope Electronique à Balayage (MEB) informe sur l'usure du sédiment et la nature de l'agent de transport et *v*) l'analyse calcimétrique réalisée au moyen d'un calcimètre Bernard indique la teneur en CaCO₃ de chaque échantillon ; *vi*) l'analyse de quelques lames palynologiques permet d'identifier les étages traversés par les sondages.

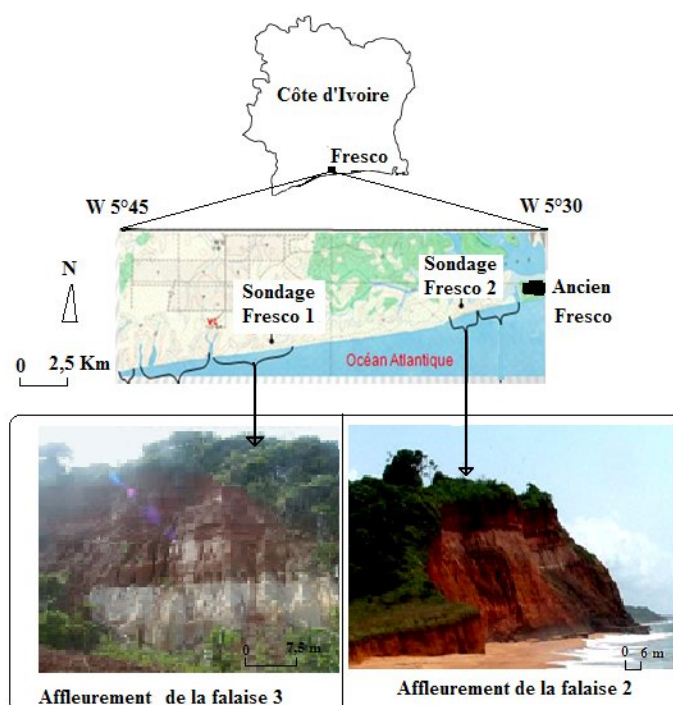


Figure 1. Situation géographique des sondages Fresco 1 et Fresco 2 ainsi que les versants sud (côté mer) des falaises qui supportent ces puits.

3. Resultats

3.1. Etude du sondage Fresco 1

3.1.1. Lithostratigraphie

La synthèse lithostratigraphique du sondage 1 (Fig. 2-a) indique des dépôts discordants sur le socle granitique et constitués d'un intervalle inférieur (I) sableux calcaire (entre 113,5 et 105,5 m), micacé et pyriteux. Ensuite, s'observent des argiles peu sableuses, micacées, et calcaires (intervalle II). Au sommet (100,5 - 90,5 m : intervalle III) se rencontrent des sables calcaires à la base avec une passée d'argiles à 94 m.

Cet intervalle est surmonté par une alternance de niveaux de grès et de sables (90,5 - 35,5 m : Intervalle IV) carbonatés entre 90,5 et 63,5 m. Il comporte de fréquents spicules de spongiaires, de débris de mollusques (dont des prismes d'Inocérâmes) et de rares glauconites.

L'intervalle supérieur V (35,5 à 0 m) se compose d'une autre alternance d'argiles sableuses et de sables argileux, peu glauconieux entre 35,5 et

26 m mais contiennent d'abondants pellets phosphatés à partir de 26 m. L'on note que les deux sous-intervalles riches en carbonates de la figure 2-b (113,5-103,5 m et 92-72 m) sont surmontés respectivement par deux niveaux sableux D1 et C1. Ces sous-intervalles coïncident avec les dépôts relativement argileux riches en débris de fossiles (radioles d'échinodermes, débris de mollusques, de bryozoaires et d'algues vertes (dasycladacées) ; ils sont chacun, surmontés par des dépôts sablo-gréseux (énergie forte) et peu fossilifères.

3.1.2. Faciès granulométriques, mode de transport et environnement de dépôt

L'analyse granulométrique appliquée aux fractions sableuses du sondage 1 montre quatre sous-intervalles : A1, B1, C1 et D1 (Fig. 2-a). Les courbes cumulatives semi-logarithmiques de ces sables montrent une allure de type sigmoïde (Fig. 2-c). Ce faciès traduit une réduction progressive de l'énergie de l'agent de transport (Pinot, 1994), et suggère une sédimentation réalisée par accumulation libre (Tricart, 1965).

La figure 2-d met en évidence trois (3) populations (P1, P2 et P3). P1 domine dans les intervalles A1, C1 et B1 (46,34 p.c. et 40 p.c.) alors que P2 abonde en B1 et D1 (50 p.c. et 48,38 p.c.).

Les modes de transport dominants sont la

salton pour sables grossiers et partiellement des sables moyens, et la suspension, caractéristique des sables fins et partiellement des sables moyens. Les diagrammes de dispersion So-Md et Md-Sk indiquent un milieu de dépôt marin de plage (Fig. 2-e) et de dune côtière (Fig. 2-f).

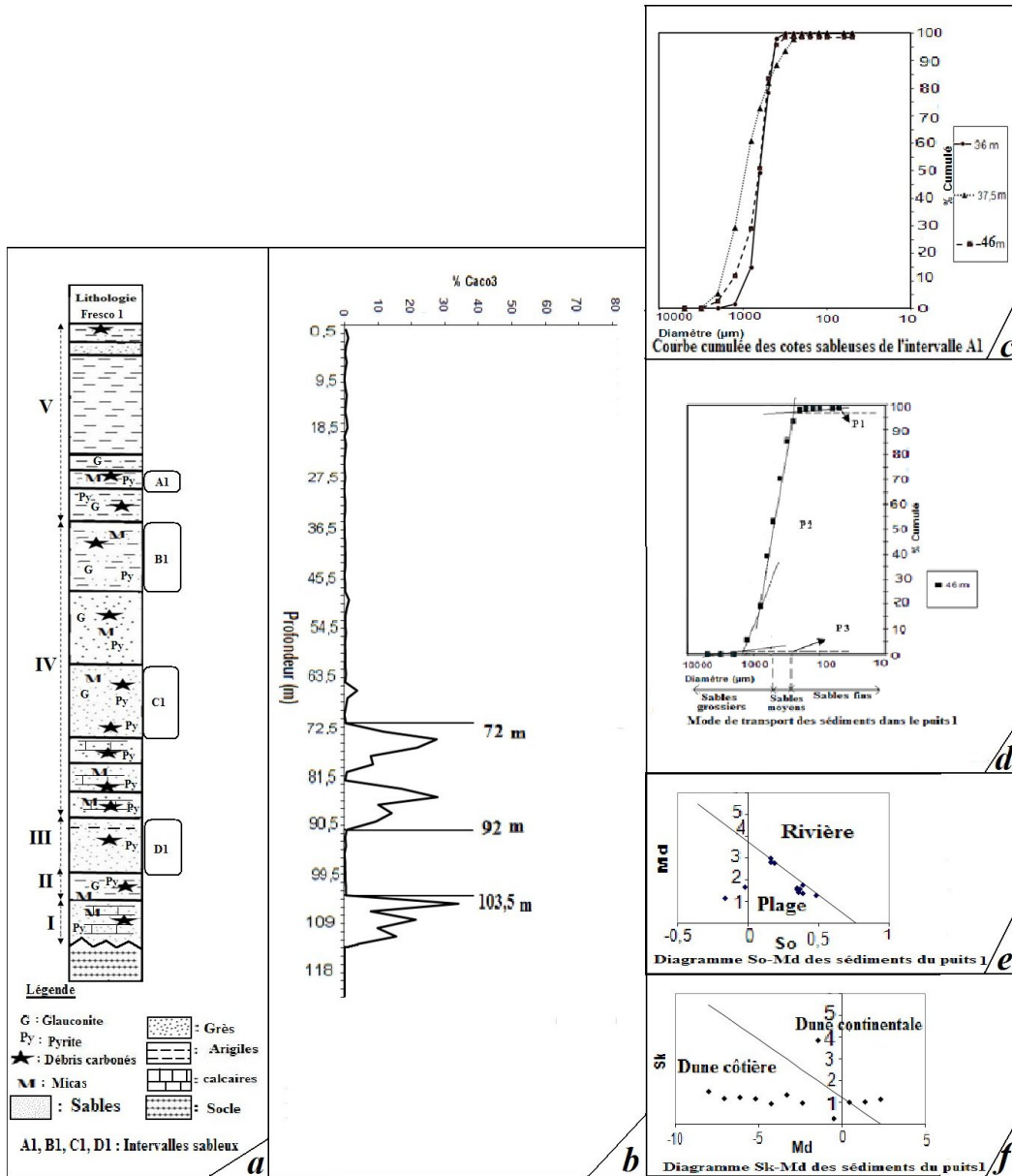


Figure 2. Synthèse des résultats d'analyses du puits Fresco 1 montrant le log lithologique (a), l'évolution de la courbe calcimétrique (b) ; les courbes granulométriques (c) des intervalles sableux (A1) ; le type de population de sables selon le test de Visser (d) ; le Diagramme So-Md des sédiments (e) et le diagramme Sk-Md (f)

3.2. Etude du sondage Fresco 2

3.2.1. Lithostratigraphie

La figure 3-a distingue deux intervalles. Dans le premier (I : 107-51 m), alternent des sables et des grès. Outre la glauconite concentrée entre 80 m et 63 m, les débris carbonés, la pyrite et les micas (en paillettes) sont inégalement repartis sur l'ensemble de cet intervalle. L'on note aussi une relative concentration de débris

coquilliers (dents et squelettes de poissons, mollusques) de 107 m à 78 m, ayant probablement induit les taux élevés de carbonates observés dans ce sous-intervalle. Le second intervalle (II) est marqué par une alternance d'argiles et de sables de 51 m à 0 m. Entre 51 et 29 m, les argiles sont fortement glauconieuses et calcaires, pyriteuses et micacées vers le haut (48 m et 20 m). Les pellets phosphatés, les débris carbonés et les micas abondent de 20 m à 0 m.

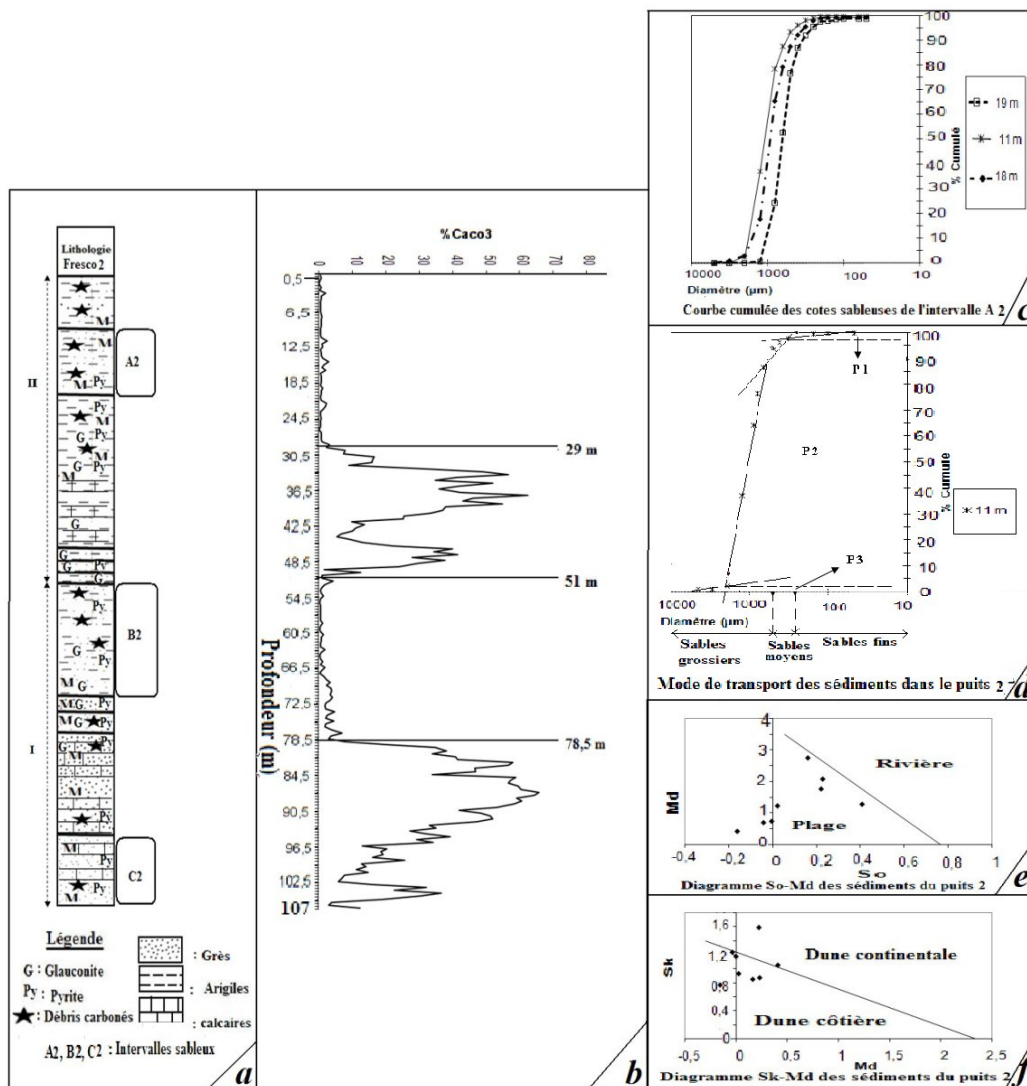


Figure 3. Synthèse des résultats d'analyses du sondage Fresco 2 montrant le log lithologique (a) ; l'évolution de la courbe calcimétrique (b) ; les courbes granulométriques (c) des intervalles sableux (A2) ; le type de population de sables selon le test de Visher (d) ; le Diagramme So-Md des sédiments (e) et le diagramme Sk-Md (f)

3.2.2. Faciès granulométriques, mode de transport et environnement de dépôt

L'analyse granulométrique des fractions sableuses du sondage 2 montre trois sous-intervalles : A2, B2 et C2 (Fig. 3-a). Comme dans le sondage Fresco 1, les courbes cumulatives semi-logarithmiques de ces sables indiquent également une allure de type sigmoïde (Fig. 3-c), traduisant une réduction progressive de l'énergie de l'agent de transport (Saaidi, 1991).

La figure 3-d distingue aussi, trois types de populations (P'1, P'2, P'3) transportés également par suspension et par saltation.

Les diagrammes So-Md (Fig. 3-e) et Sk-Md (Fig.

3-f) montrent que les sédiments étudiés sont d'origine marine (respectivement de plage et typique de dune côtière).

3.3. Morphoscopie des grains de quartz

Les grains de quartz étudiés sont majoritairement sub-anguleux à sub-arrondis (Fig. 4). Ils présentent un aspect émoussé luisant et sont de couleur blanchâtre et parfois enfumés. L'aspect émoussé luisant indique un mode de transport en milieu aquatique. Les morphologies sub-anguleuses à sub-arrondies évoquent une source pourvoyeuse soit relativement lointaine, soit induites par une usure due aux frottements des grains en milieu aquatique.

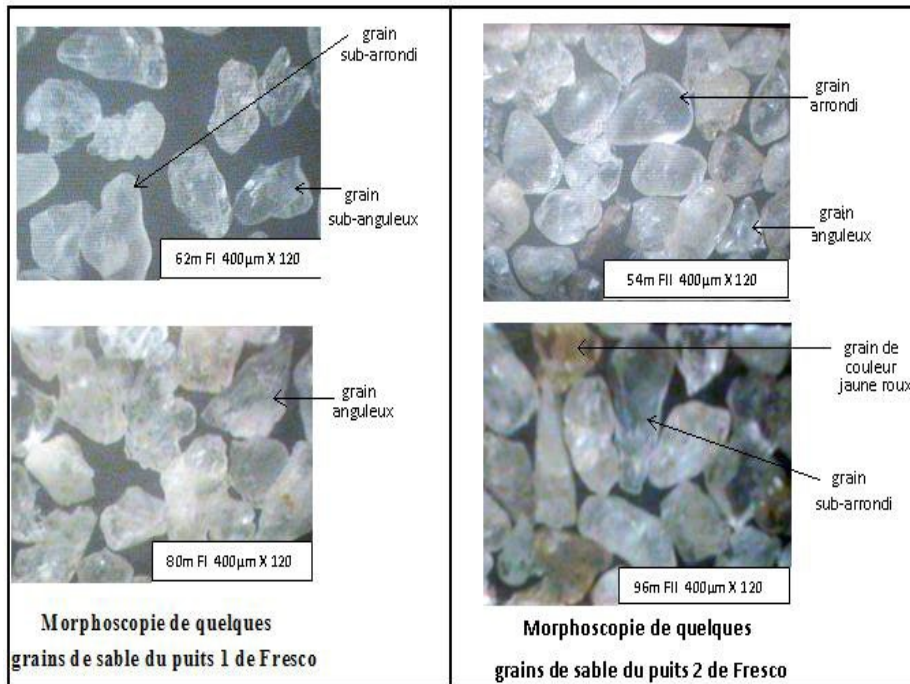


Figure 4. Quelques aspects morphoscopiques des grains de quartz issus des puits Fresco 1 et Fresco 2.

3.4. Etude palynologique

Les intervalles compris entre 0,5 m et 20 m pour le sondage Fresco 2 et entre 0,5 m et 23 m pour le sondage Fresco 1 ne comportent pas de microflores. Mais le faciès d'argiles bariolées est connu en Côte d'Ivoire comme d'âge mio-pliocène (Fig. 5). Les formations d'âge éocène

inférieur (Yprésien) contiennent d'abondants *Adnatosphaeridium multispinosum* (Fig. 6-a), *Cordosphaeridium fibrospinosum* (Fig. 6-b), *Polysphaeridium subtile*, *Glaphyrocysta pastielsii* et *Apectodinium homomorphum*. Elles se rencontrent dans les intervalles de 20 m à 52 m et de 23 m à 36 m respectifs des sondages Fresco

2 et Fresco 1. Les microflores du Paléocène (*Cerodinium diebelii*, *Palaeocystodinium golzowense* (Fig. 6-c), *Longapertites marginatus* (Fig. 6-d), *Apectodinium quinquelatum*, *Longapertites marginatus*) sont présentes entre 52 m et 78 m dans le sondage Fresco 2 et entre 36 m et 60 m dans le sondage Fresco 1. Le

Maastrichtien (caractérisé par *Andalusiella mauthei*, *Andalusiella inflata* (Fig. 6-e), *Cerodinium granulostriatum* (Fig. 6-f), *Palaeocystodinium australinum*, *Dinogymnium acuminatum*) est observé entre 78 m et 107 m dans le sondage Fresco 2 et entre 60 m et 113 m dans le sondage Fresco 1.

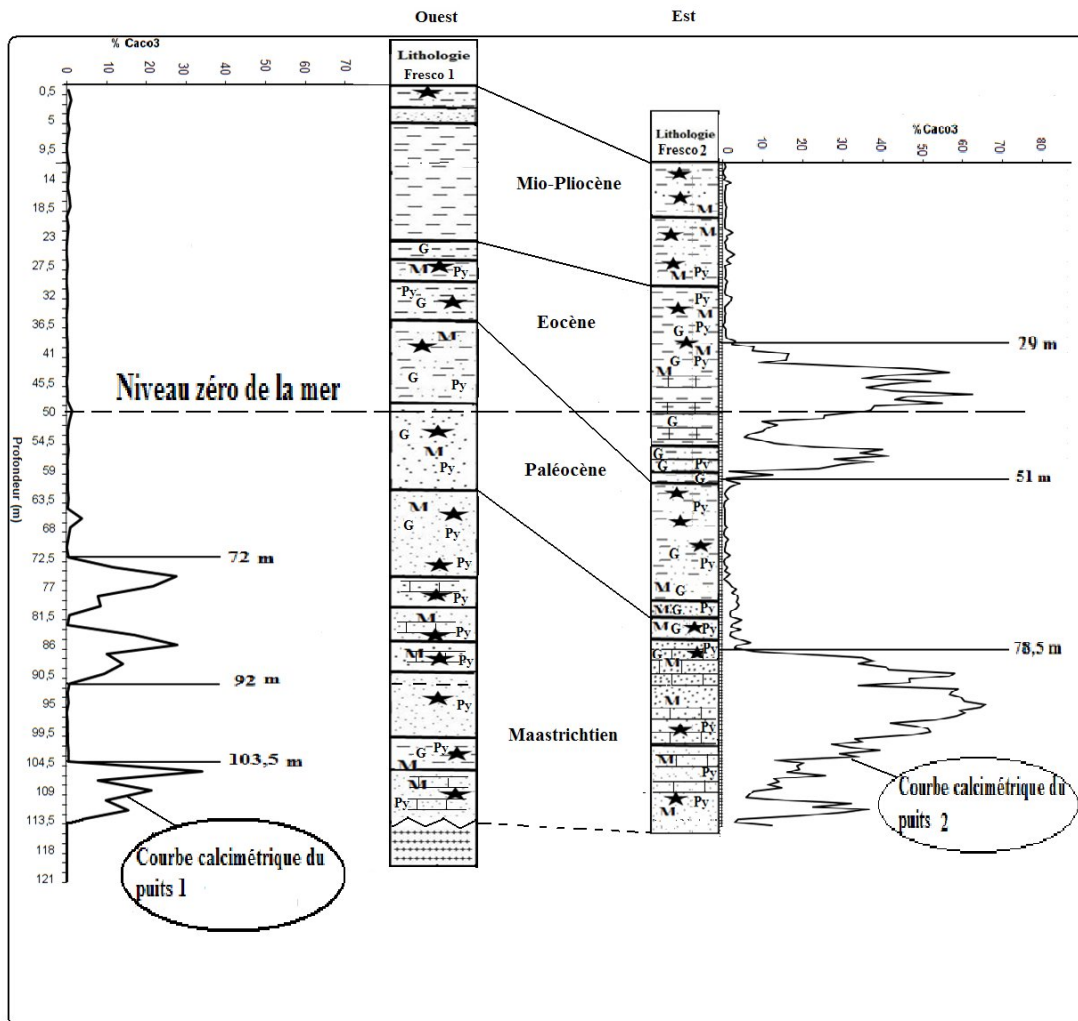


Figure 5. Lignes de corrélations biostratigraphiques entre les deux puits Fresco 1 et Fresco 2 montrant un pendage des couches géologiques vers l'est, probablement induit par un haut structural dû à la présence du socle granitique birimien.

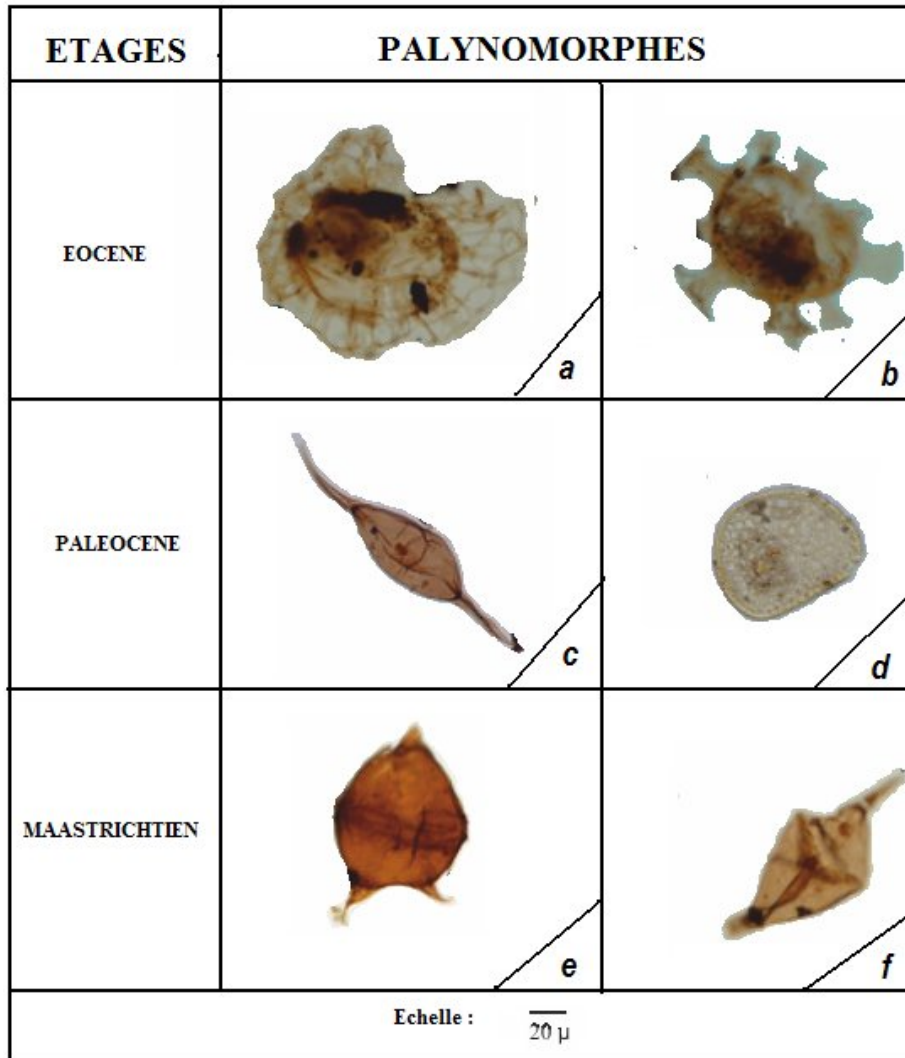


Figure 6. Quelques palynomorphes des falaises de Fresco : *Adnatosphaeridium multispinosum* (a); *Cordosphaeridium fibrospinosum* (b); *Palaeocystodinium golzowense* (c) *Longapertites marginatus* (d) ; *Cerodinium granulostriatum* (e) ; *Andalusiella inflata* (f)

4. Discussion

La synthèse lithologique des deux sondages étudiés révèle une sédimentation argileuse à intercalations de sables, de calcaires et de grès. Ces dépôts qui alternent (ou se combinent) comportent généralement de la glauconite et par endroits, de la pyrite. Ces deux minéraux indiquent

un milieu de dépôt marin peu profond mais peu oxygéné (Odin, 1975) et témoignent d'un ralentissement de la sédimentation. La forte présence de débris carbonés et de paillettes de micas suggère une influence continentale due à la proximité du socle birimien soumis à érosion. Cette influence est plus importante dans le sondage Fresco 1 que dans le sondage Fresco 2.

Les grains phosphatés ou pellets (abondants dans la partie supérieure de Fresco 2) sont des phosphorites sédimentaires constitués de matière organique associées à d'autres minéraux argileux ou carbonatés (Belayouni & Trichet, 1984; Nathan, 1990; Litvinova, 2007). Leur présence dans les sondages 1 et 2 indique que ces milieux sont phosphatogènes vers la surface (Belayouni & Trichet, 1984). Le profil de corrélation de la figure 5 montre que dans la partie inférieure des deux sondages, les niveaux carbonatés (sous-intervalles) du sondage Fresco 1 sont corrélables avec le seul niveau du sondage Fresco 2. Les carbonates des niveaux corrélés sont d'origine biodétritique car ils sont liés à l'abondance relative de débris de mollusques (Douville, 1952). Les faibles taux de carbonates observés dans certains sous-intervalles des deux sondages suggèrent un milieu agité, conditions défavorables au dépôt des calcaires (Selley, 1978).

Les paramètres granulométriques (moyenne, écart-type, skewness) indiquent des sables moyens à grossiers, très bien classés et symétriques à asymétriques vers les grains fins. Ces résultats sont identiques à ceux obtenus par les travaux de Mondé & al. (2008) et contraires des sables moyens à fins étudiés par Hanen & al. (2004). Par ailleurs, selon Lowe (1982) puis Cremier (1983), le dépôt de sables grossiers à moyens à petites intercalations d'argiles et de grès est dû à l'énergie de dépôt qui augmente lorsqu'il se manifeste un courant de turbidité de haute densité (ce que l'on observe notamment à la base des sondages Fresco 1 et Fresco 2).

Les courbes granulométriques obtenues présentent un faciès de type sigmoïde différent des faciès étudiés par Ibrahim & al. (2009). Selon Pinot (1994), la forme en S nommée « faciès de dépôt par excès de charge » est un faciès de sable littoral où les grains sont transportés par saltation. Pour Saidi & al. (2004), cette forme en S, malgré de légères différences dans leurs allures, indique des sables bien classés dans un milieu peu agité avec évacuation de particules fines. L'auteur soutient qu'une telle forme des courbes montre un stock sédimentaire homogène et des conditions d'énergie adaptées à la charge transportée.

Le test de Visher (1969) indique que le transport

des sédiments étudiés dans les deux sondages est assuré majoritairement par saltation et par suspension, en accord avec Pinot (1994) et Etche A. & al., (2010). D'après le test de Moiola & Weiser (1968) les sédiments seraient d'origine marine (Fig. 2e-f et Fig.3e-f). Ce résultat est contraire du dépôt fluviatile obtenu par Boumir (1985). Les grains de quartz étudiés sont sub-anguleux à sub-arrondis. Ils présentent un aspect émoussé luisant résultant d'un remaniement important ou d'une usure en milieu aquatique (Cailleux, 1947).

Au plan lithostratigraphique, l'intervalle glauconieux et calcaire rencontré entre 20 m et 46 m dans le sondage 2 (falaise 2) affleure à la base de la falaise 1 voisine (Fig.1). Ceci est en accord avec Hubert (1917) qui a décrit des formations calcaires à la base des falaises (il s'agit très probablement de cette falaise 1). Cependant, en décrivant des formations sableuses et glauconieuses à la base des falaises de Fresco, Douville (1952) faisait probablement allusion à la falaise 2, à la base de laquelle ces formations sont observables en ce moment. Il en découle donc que les deux auteurs ont dû étudier les falaises distinctes c'est-à-dire la falaise 1 pour les études de Hubert (1917) et la falaise 2 pour celles de Douville (1952), 35 ans après.

Par ailleurs, le sondage Fresco 2 a traversé huit (8) niveaux qui ont été formellement identifiés en affleurement sur la falaise 2. Par corrélation, seuls les trois niveaux superficiels de la falaise 2 sont reconnaissables en affleurement sur la falaise 1. Ceci confirme la thèse de Douville (1952), contrairement aux vingt niveaux de Maugis et al. (1955) ou aux quatorze autres de Tessier (1960) et repris par Charpy & Nahon (1978) et enfin aux douze niveaux de Tastet & Roques (1969).

Pour expliquer la persistance des différences du nombre de niveaux identifiés sur les affleurements, il faut envisager deux hypothèses. La première la moins évidente, est de considérer que certains niveaux ont échappé aux prélèvements dans le sondage si leur épaisseur était inférieure au pas d'échantillonnage (de 0.50 m). La seconde, la plus probable, est d'admettre que les déblais de forage sont issus des niveaux sains et donc moins altérés par rapport à ceux décrits sur les affleurements (ou profils verticaux).

Cette altération a pu induire probablement des erreurs à la fois dans la définition du nombre et de la description des niveaux. Une troisième hypothèse pourrait être soutenue par les différences d'approches méthodologiques utilisées. Mais, aucun des travaux antérieurs consultés (Hubert, 1917 ; Douville, 1952 ; Maugis et al., 1955 ; Charpy & Nahon, 1978 ; Tastet & Roques, 1969) n'a indiqué de méthodologies particulières en dehors de la description lithologique visuelle sur les coupes.

Au plan biostratigraphique, les niveaux rencontrés au sommet des falaises de Fresco seraient d'âge mio-pliocène eu égard à la présence des argiles bariolées qui sont datées du même âge par des travaux antérieurs (Charpy et Nahon, 1978 ; Digbehi & al., 2001). Les parties fossilifères affleurantes des falaises 1 et 2 sont datés ici de l' Eocène inférieur, en accord avec les travaux de Remy (1960). Cependant, ils infirment les résultats obtenus par Hubert (1917) et Bolgarsky (1951) qui donnent l'âge crétacé à ces mêmes niveaux. Ces résultats sont également différents de ceux obtenus par Maugis (1955), Tessier (1960), Lys (1961), Tastet & Roques (1969) et Charpy & Nahon (1978) qui ont distingué des niveaux d'âge paléocène coiffés par des niveaux d'âge mio-pliocène azoïques.

5. Conclusion

Ces études sédimentologiques appuyées par quelques données palynologiques réalisées sur les sondages Fresco 1 et Fresco 2, ont abouti à des résultats intéressants au plan de la définition des conditions environnementales de dépôt. La synthèse lithostratigraphique montre une sédimentation argileuse et sableuse dominante, à intercalations de grès et de calcaires effectuée en milieu marin peu profond mais mal oxygéné. Les taux relativement élevés de carbonates dans certains sous-intervalles coïncident généralement avec la forte présence de microfossiles à tests calcaires. Les sédiments sableux sont à grains moyens à grossiers, très bien classés, symétriques à asymétriques vers les éléments fins. Ils présentent un faciès de type sigmoïde traduisant une sédimentation par accumulation libre, et un transport effectué par saltation et par suspension. Les grains de quartz sont majoritairement sub-anguleux à sub-

arrondis suggérant une source pourvoyeuse relativement distale tandis que l'aspect émoussé luisant des grains confirme leur séjour en milieu aquatique. La compilation de toutes ces données (lithologie, calcimétrie et granulométrie) a rendu possible l'interprétation paléoenvironnementale des sédiments des sondages de Fresco comme des dépôts de milieu marin sur une plateforme peu profonde où alternent des épisodes de dépôts grossiers (de haute énergie) et fins (de basse énergie). Des corrélations entre les affleurements et les sondages forés montre bien l'intérêt d'avoir implanté ces forages en vue d'une meilleure approche lithostratigraphique de ce secteur, devant la perte de la qualité des observations en affleurements due aux fortes érosions et altérations auxquelles sont soumises les falaises de Fresco depuis plusieurs milliers d'années.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la Direction de la Petroci qui leur a permis d'échantillonner les forages et de bénéficier des services de son Centre d'Analyses et de Recherches.

Références citées

- Belayouni H. & Trichet J., 1984. Hydrocarbons in phosphatized and non-phosphatized sediments from the phosphate basin of Gafsa. *Organic Geochemistry* **6**: 741-754.
- Bolgarsky M., 1951. Notice explicative sur la feuille Abidjan-Ouest. Carte au 500 000.
- Boumir K., 1985. Les « sables fauves » de la région de Meknes : éléments d'analyse sédimentologique. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, n°9. pp. 107-116.
- Cailleux A., 1947. Distinction des sables marins et fluviatiles. *Bull. Soc. Géol. Fr.* **5** : 375-404.
- Charpy N. & Nahon D., 1978. *Contribution à l'étude lithostratigraphique et chronostratigraphique du tertiaire du bassin de Côte d'Ivoire*. Univ. d'Abidjan, sér. Doc.N°18 : 35p.
- Chierici, M. A., 1996. Stratigraphy, palaeoenvironments and geological evolution of the Ivory Coast-Ghana basin. *In* : Jardiné S.,

- Klasz I & Debenay J.P. Eds *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud*. 16-20 Juillet 1994. Actes des colloques d'Angers : pp 293-311.
- Cremer M., 1983. *Approche sédimentologiques et géophysiques des accumulations turbiditiques. L'éventail profond du Cap-Ferret (Golfe de Gascogne), la série des grès d'Annot (Alpes de haute province)*. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, France. 344 pp.
- Digbehi Z.B., 1987. *Etude comparée de la sédimentation des stades d'ouverture Atlantique-Golfe de Guinée-Golfe de Gascogne. Sédimentologie, biostratigraphie*. Thèse de doctorat, Université de Pau, France. 366 pp.
- Digbehi Z. B., Affian K., Monde S., Pothin K. B. K., Aka K., 2001. Analyse sédimentologique de quelques faciès du « continental terminal » de la région de Bingerville, environ d'Abidjan, Côte d'Ivoire. *Bioterre, Rev. Inter. Sci. de la vie et de la terre, Abidjan (volume 2)*. N° 1. pp. 70-84.
- Douville F., 1952. Rapport géologique sur le bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Campagne 1952. Rapport inédit mission de pré-reconnaissance pétrolière A.O.F. 46 p.
- Hubert H., 1917. Notice explicative de la feuille n°10 Bingerville. Carte géologique de l'A.O.F. au 1.000.000.
- Etche A., Monde S., Yao N. & Aka K., 2010. Analyse Sédimentologique et Diffractométrique des Sédiments Superficiels de la Lagune Digbougé de San-Pédro (Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research (Volume.44)*. N°4. pp. 527-540.
- Hanen S., Brahim M. & Gueddari M., 2004. Caractérisation granulométrique et minéralogique des sédiments de surface de la frange littorale Sidi Bou said - la goulette. *Bull. inst. natn. scien. tech. mer de salammbo, (volume 31)*. pp. 97-106.
- Ibrahim S., Ousseini I. & Ambouta K., 2009. Analyse comparée et interprétation des caractéristiques granulométriques des systèmes dunaires sahéliens et sahariens de l'est du Niger. *Geo-Eco-Trop*, **33**, pp. 31-38.
- Litvinova T.V., 2007. Composition, Morphology, and Origin of Phosphate Pellets: Evidence from Phosphorites of the Lesser Karatau, published in *Litologiya i Poleznye Iskopaemye* n°4 : 426-443.
- Lowe D., 1982. Sediment gravity flows II : depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *Journ. of sed. Petrol (volume 52)*, n°1 : 279-297.
- Lys M., 1961. Etudes paléontologiques et géologiques de la falaise de Fresco (Côte d'Ivoire). *Ann. Fac. Sci. Univ. Dakar*. **6**. 47-80.
- Maugis P., 1955. Comptes rendus des études de pré-reconnaissance pétrolière en Afrique Occidentale Française. *Bulletin de la Direction Fédérale des Mines et de la Géologie*. n°19 : 7-95.
- Moiola R.J. & Weiser D., 1968. Textural parameters: an evaluation. *Journ. Sedim. Petrol*. n°38 : 45-53.
- Monde S., Akobe A.C., Digbehi Z.B. & Aka K., 2008. Morphodynamisme des environnements à Beach-rocks du plateau continental de Côte d'Ivoire (golfe de Guinée). *Afrique Science* **04** (3) : 591-614.
- Nathan Y., 1990. Humic substances in phosphorites: occurrence, characterization and significance. In *Phosphorite Research and Development. Geol. Soc. Sp. Publ.*, N°52, ed. by Notholt A.J.G. & Jarvis I.: 179-191.
- Odin G.S., 1975. *De glauconiarum constitutione origine aetateque*. Thèse de Doctorat, Pans, 250 pp.
- Pinot J.P., 1994. *Manipulations sédimentologiques courantes*. M.W.TURGAL.07.SEDI Edition de février 1994. 118 pp.
- Remy J.M., 1960. Etudes paléontologiques et géologiques sur les falaises de Fresco (Côte d'Ivoire). *II-Crustacés. Ann. Fac. Sc. Univ. Dakar*. **T.5**. 55-64.
- Saaidi E., 1991. *Traité de sédimentologie : Pétrographie, environnements sédimentaires*. Edition Ellipses. 399 pp.
- Saidi H., Brahim M. & Gueddari M., 2004. Caractérisation granulométrique et minéralogique des sédiments de surface de la frange littorale Sidi Bou Said-la Goulette. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Techniques (volume. 31)*. pp. 97-106.

- Selley R.C., 1978. *Ancient sedimentary environments*. Second édition. 287pp.
- Spengler A & Delteil J.R., 1966. Le bassin secondaire-tertiaire de Côte d'Ivoire (Afrique occidentale). In : *Les bassins sédimentaires du littoral africain*. Géol. Afri., Paris. pp.99-113.
- Tagini B., 1960. Hypothèses nouvelles pour une esquisse structurale du Sud-Est de la Côte d'Ivoire. D.G.P.M. Abidjan. Rapport SODEMI. N°180. 24p.
- Tagini B. *Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire. Essai de géotechnique régionale*. Thèse Doc. Sc.Nat. Lausanne. 302 pp.
- Tastet J.P. & Roques R., 1969. Sur quelques minéraux accessoires des falaises paléocènes de Fresco. *Ann. Univ. Abidjan, Sciences*. N°5 : 157-174.
- Tessier F., 1960. Etudes paléontologiques et géologiques sur les falaises de Fresco (Côte d'Ivoire) : Introduction. *Ann. Fac. Sc. Dakar*. T.5. : 35-53.
- Tricart J., 1965. *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Masson, Paris. 496 pp.
- Visher G. S., 1969. Grain size distributions and depositional processes. *Jour. Sedim. Petrol. Tulsa* (volume. 39), N° 3 : 1074- 1106.
- Yacé I. 1976. *Le volcanisme éburnéen dans les parties centrale et précambrienne de Fettekro en Côte d'Ivoire*. Thèse. Université, Abidjan, 373 pp.