

***Evolution de la teneur en oxygène dissous des eaux au cours de
l'intervalle Coniacien-Santonien du puits KM dans le bassin
sédimentaire de Côte d'Ivoire***

*(Evolution of the dissolved oxygen content of water during the Coniacien-Santonian interval
from the KM well of Côte d'Ivoire)*

Par:

YAO N'Goran Jean-Paul^{*1}, KESSE Touvalé Marcel², WANGO Ted Edgard¹, GOUA Tokpa Emmanuel³, BAMBA Kader³, DIGBEHI Zéli Bruno¹

¹Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources
Minières

²Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY

³Petroci, Centre d'Analyses et de Recherches (CAR).

*Auteur correspondant : **dryao_ngoran@yahoo.fr**

RESUME :

L'étude des foraminifères récoltés dans 38 échantillons de déblais issus du puits KM (bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire) a permis de décrire le paléoenvironnement ayant occasionné le dépôt des sédiments de l'intervalle à 2074 à 1687 m. Il a été identifié 258 individus dont 32 foraminifères planctoniques (soit 12,4%), 92 foraminifères benthiques agglutinés (soit 35,66%) et 134 foraminifères benthiques calcaires (soit 51,94%). Sur la base des premières ou des dernières apparitions de formes planctoniques, l'intervalle coniacien-santonien (Sénonien inférieur) a été déterminé. La base de cet intervalle est marquée par un milieu marin peu profond et très peu oxygéné. Au sommet, se distingue un domaine profond avec une augmentation de la teneur en oxygène dissous qui favorise la prolifération des microfaunes tant sur le fond marin que dans la tranche d'eau.

Mots-clés :

Foraminifère, paléoenvironnement, Coniacien-Santonien, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT:

The study of foraminifera collected from 38 samples Spoil wells KM (Sedimentary basin of Côte d'Ivoire) has established paleoenvironmental had ruled deposition of sediments from the interval 2074 m and 1687 m. It was identified 258 individuals including 32 planktonic foraminifera (12,4%), 92 agglutinated benthic foraminifera (35,66%) and 134 calcareous benthic foraminifera (51,94%). Based on the first or last appearances of planktonic forms, the Coniacian-Santonian interval (lower Senonian) was determined. This period is marked by stratification. Indeed, the base of this interval is marked by a shallow marine environment and very little oxygen. However, at the top, stands a strong field with an increase in dissolved oxygen content that promotes proliferation microfaunas both in seabed and in the water column.

Keywords:

Foraminifera, paleoenvironmental, Coniacien-Santonian, Ivory Coast.

I. Contexte et objectifs de l'étude

Depuis plusieurs décennies, des indices pétrolifères ont été mis en évidence dans la partie émergée du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Il s'agit des sables bitumineux découverts à Eboinda en 1896 dans la région d'Assinie, près de la frontière du Ghana. Ces indices ont favorisé d'importantes investigations pour le développement du secteur pétrolier ivoirien. Aujourd'hui, la recherche pétrolière connaît de plus en plus de succès avec la découverte d'importantes accumulations dans la partie immergée du bassin grâce aux efforts conjugués des compagnies pétrolières et des chercheurs. Les résultats de nombreux travaux de recherche publiés existent ([1] ; [2] ; [3] ; [4] ; [5] ; [6] ; [7] ; [8] ; [9] ; [10]). Ils permettent d'une part de mieux comprendre le système pétrolier local (Côte d'Ivoire) et d'autre part de faciliter les travaux de l'exploration sur l'ensemble du bassin sédimentaire ivoirien. Cependant, force est de constater que beaucoup de blocs de ce bassin restent encore mal connus. Dans le cadre de ce travail, l'on s'interroge sur les conditions paléoenvironnementales de l'intervalle Coniacien-Santonien du puits KM. Cette étude vise à approfondir les connaissances du bassin sédimentaire ivoirien et permettra d'apporter une contribution à la définition des critères de diagnose biostratigraphique local.

II. Cadre géologique

La géologie de la Côte d'Ivoire présente deux entités majeures : le socle et le bassin sédimentaire. Le socle précambrien est le plus vaste avec 97,5 % du pays. Le bassin sédimentaire secondaire-tertiaire occupe 2,5% et se localise dans la partie sud du territoire. Ce bassin résulte de l'ouverture de l'Atlantique ayant permis la séparation du continent africain de celui de l'Amérique du Sud [11]. L'évolution générale de la régression marine observée au Crétacé supérieur met en évidence un bassin émergé, moins étendu et parcouru de lagunes. La partie importante du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire se développe en mer, du plateau continental à la dorsale médio-atlantique. Le puits KM qui fait l'objet de cette étude est implanté sur le plateau continental au Sud de la ville de Grand-Bassam (Figure 1).

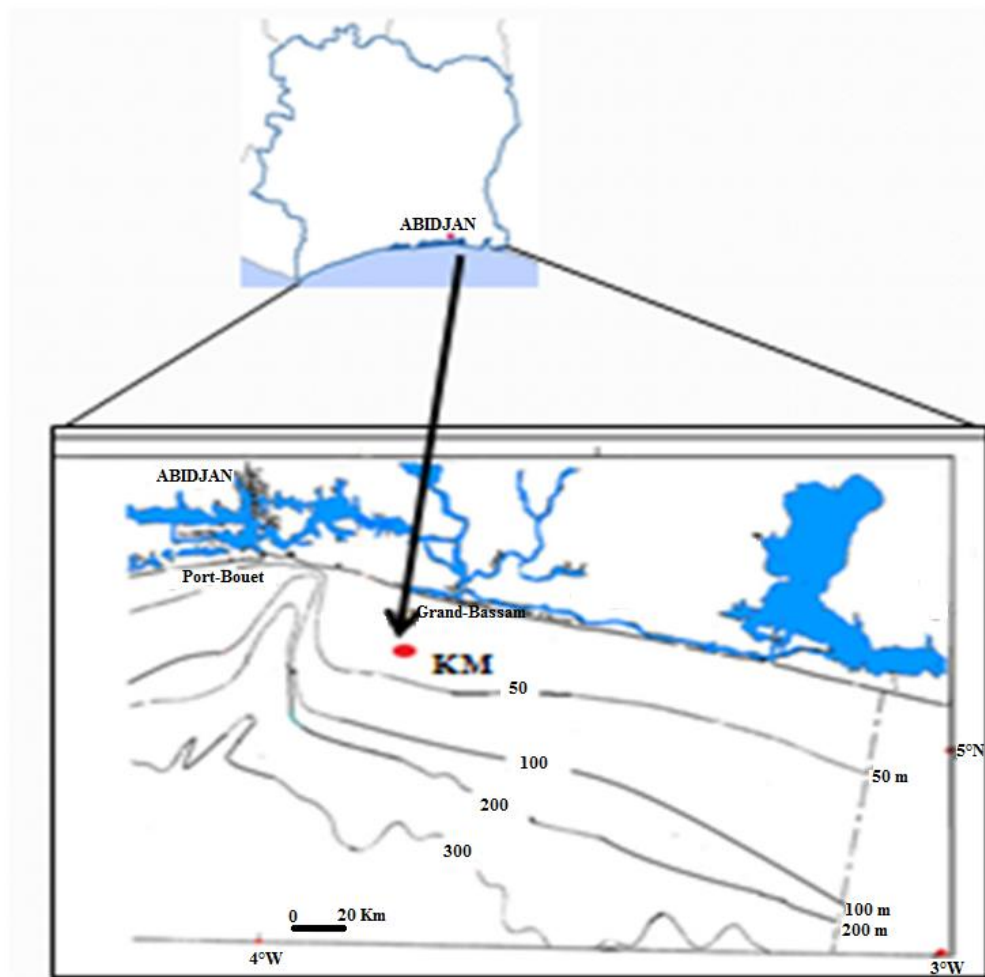


Figure 1 : Localisation du puits KM (KESSE *et al.*, 2013)

III. Matériel et méthode analytique

Le matériel d'étude utilisé est essentiellement constitué de Trente-huit (38) échantillons de déblais provenant du forage KM entre les cotes 2074 m et 1687 m. Après le traitement chimique (au peroxyde), les déblais sont lavés et séchés puis mis en sachet. Les foraminifères sont triés et décrits. A travers la bibliographie ([12] ; [13] ; [14] ; [15] ; [16] ; [17] ; [18] ; [19] ; [20]) les genres et les espèces de foraminifères caractéristiques des étages sont déterminés.

L'étude du paléoenvironnement porte sur une estimation de la profondeur en relation avec l'oxygénation du fond marin. En effet, les variations de profondeurs peuvent avoir des effets sur la faune par l'influence néfaste de la baisse du taux d'oxygène sur le peuplement des foraminifères (benthiques comme planctoniques). La présence ou l'absence de foraminifères benthiques ainsi que les proportions de certains genres sont d'excellents indicateurs dans la reconstitution des conditions d'oxygénation des fonds marins. Aussi les morphotypes de foraminifères planctoniques pourront-ils renseigner sur l'évolution des conditions d'oxygénation des fonds bien que vivant dans la tranche d'eau.

IV. Résultats

IV-1 Inventaire des microfossiles de l'intervalle d'étude

La microfaune rencontrée dans l'intervalle d'étude est essentiellement constituée de foraminifères (258) associés aux rares ostracodes. La population des foraminifères benthiques est prépondérante dans l'intervalle étudié (226 individus, soit 87,60% de l'ensemble des individus). Parmi celle-ci, se distinguent des formes benthiques agglutinées (92 individus, soit 35,66%, réparties en 8 genres et 11 espèces) et des formes benthiques calcaires (134 individus, soit 51,94%) réparties en 10 genres et 16 espèces). Les foraminifères planctoniques sont représentés par 32 individus, soit 12,40% de la population totale de foraminifères. Les ostracodes sont au nombre de 8 individus.

IV-2 Etages de l'intervalle d'étude

L'histogramme de fréquence des espèces (figure 2) indique une abondance de foraminifères benthiques avec une explosion du genre *Haplophragmoides* et de l'espèce *Gavelinella pachysuturalis*. L'intervalle est marqué par une baisse considérable des proportions de foraminifères planctoniques. La rareté des espèces planctoniques *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella planispira*, *Whiteinella paradubia* et la présence des foraminifères benthiques *Ammonium nkalagum*, *Buliminella colonensis africana* sont caractéristiques du Coniacien-Santonien.

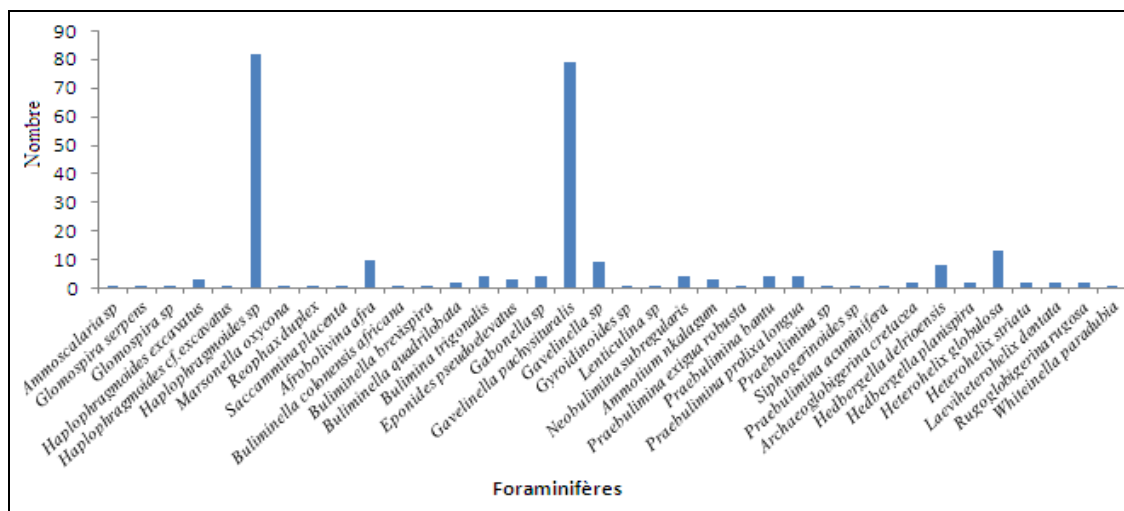


Figure 2 : Histogramme de fréquence des foraminifères au Coniacien et au Santonien

IV-3 Systématique

Les déblais du puits KM ont permis d'observer plusieurs espèces de foraminifères. Seuls les foraminifères susceptibles d'avoir une valeur stratigraphique pour notre étude ont été décrits (Planche I).

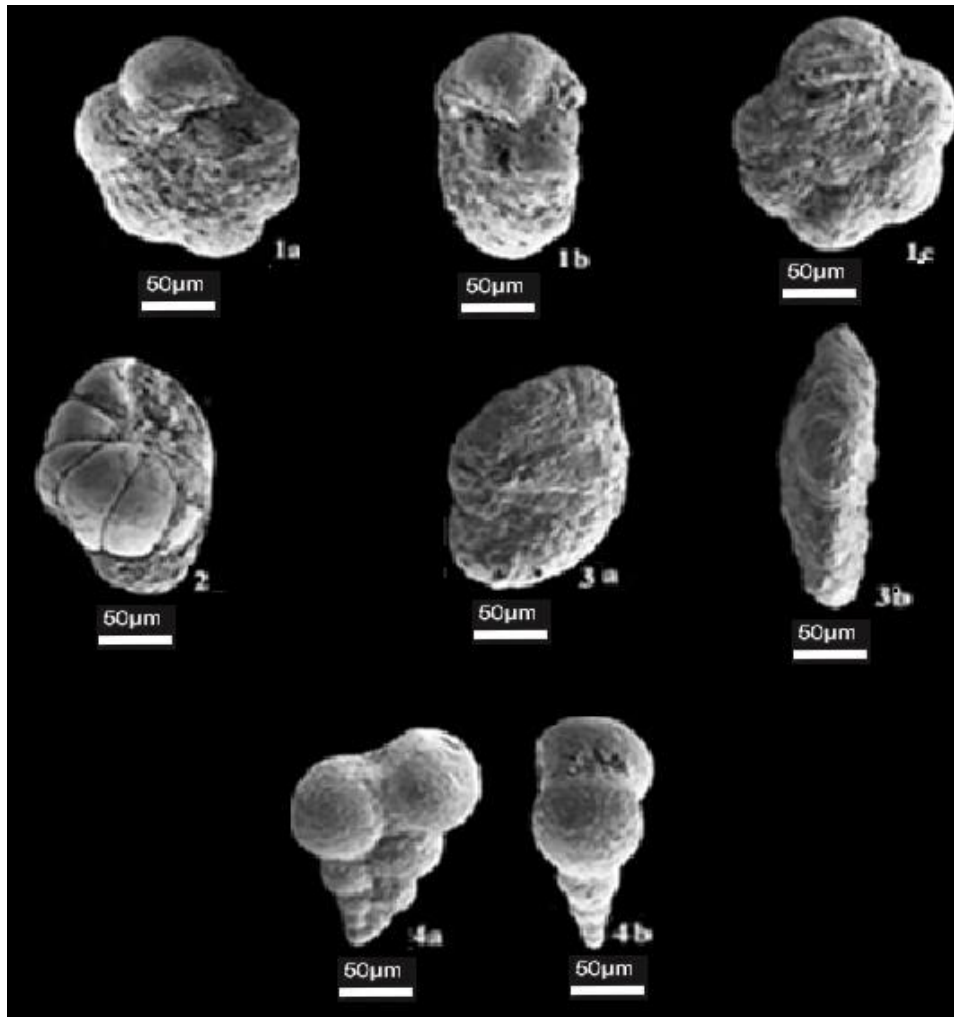


PLANCHE I : *Hedbergella planispira* (Tappan, 1940), Cote : 2074 m (figure 1) ; *Buliminella colonensis africana*, (de Klasz, Magne et Rerat, 1963), Cote : 2055 m (figure 2) ; *Ammotium nkalagum* , (Petters, 1982), Cote : 1762 m (figure 3) ; *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg, 1840), Cote : 2074 m (figure 4).

1) *Hedbergella planispira* (Tappan, 1940)

Ce foraminifère de distribution stratigraphique Aptien-Coniacien, possède un test minuscule trochospiralé bas d'enroulement à 2 tours. De profil il est biconvexe (planche I, figure 3). L'ouverture du test est ombilicale-extraombilicale avec un ombilic large et peu profond. Les loges sont en forme de bulbe et peuvent être au nombre de 6 à 7.

2) *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg, 1840)

La figure 3 de la planche I présente un foraminifère à un test bisérié avec 6 à 7 paires de loges globuleuses dont la taille croît graduellement sauf la dernière loge qui est disproportionnellement développée par rapport aux autres. La surface des loges présente des stries. Sa distribution stratigraphique va du Cénomanien au Maastrichtien.

3) *Buliminella colonensis africana* (de Klasz, Magne & Rerat, 1963)

Cette espèce a un test quelque peu allongé et trochospiralé par le haut (planche I, figure 2). Il possède de nombreuses loges dont la taille augmente progressivement. Les sutures sont distinctes et légèrement déprimées. Sa distribution stratigraphique est Coniacien – Maastrichtien

4) *Ammotium nkalagum* (Petters, 1982)

Ce foraminifère a un test ovale subcirculaire avec un petit bout initial parfois indistinct (Planche I; figure 4). La partie déroulée comprend des loges basses et allongées qui atteignent le bas vers l'extrémité initiale enroulée. La surface du test est lisse, grossièrement agglutinée avec un ciment abondant. L'ouverture est étroite et légèrement déplacée vers le bord périphérique rectiligne. La répartition stratigraphique est Turonien – Santonien.

V- Reconstitution des conditions d'oxygénation des fonds marins

En tenant compte des deux principes simples (mesure de la diversité et l'abondance des individus) la santé de l'écosystème de l'intervalle Coniacien- Santonien du puits KM a été évaluée (Figure 3 et 4).

Le Sénonien inférieur (**Coniacien-Santonien**) enregistre une prolifération de foraminifères benthiques dominés par les genres *Gavelinella*, *Haplophagmoides* et *Praebulimina* (figure 4). Les foraminifères planctoniques sont rares, exceptées les espèces *Heterohelix globulosa*, *Hedbergella delrioensis* et *Whiteinella paradubia*.

La présence de *Gavelinella* indique un environnement peu profond, eutrophique et de dysoxie sévère. Cette dysoxie est justifiée par la présence de *Heterohelix globulosa* et *Hedbergella delrioensis* et caractérise le talus. Les espèces *Neobulimina subregularis* et *Praebulimina prolixa longa*, suggèrent un environnement intermédiaire eutrophique à mésotrophique de dysoxie modérée. Egalement *Eponides pseudoelevatus* indique un milieu peu profond à profond. Le groupe des *Buliminidae*, *Buliminella quadrilobata*, *Buliminella gabonica*, caractérise un milieu marin profond mésotrophique à oligotrophique et oxique, c'est-à-dire le glacis continental. Ainsi, il y a une stratification des eaux au Sénonien inférieur, avec des tranches d'eau sous oxygénées (à la base) et des tranches d'eau oxygénées (au sommet).

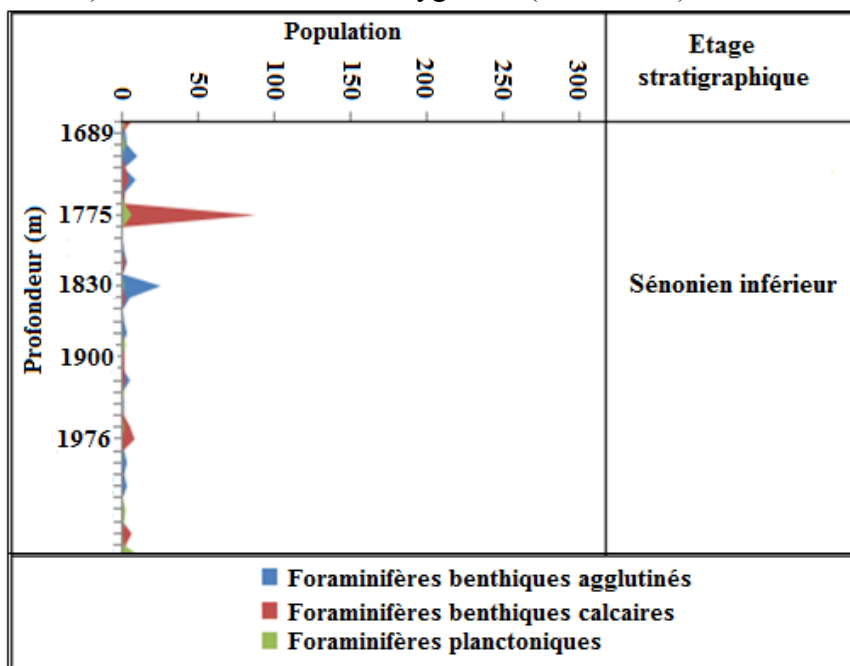


Figure 3 : Diagramme d'évolution des foraminifères de l'intervalle Sénonien inférieur dans le puits KM

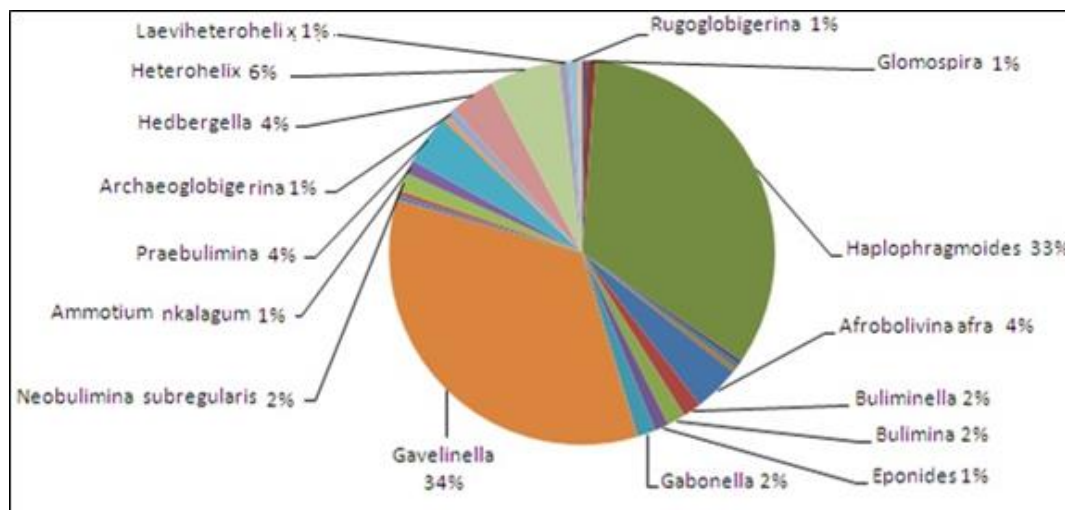


Figure 4 : Distribution des foraminifères dans les dépôts du Sénonien inférieur du puits KM.

V. Discussion

Les foraminifères identifiés dans le puits KM sont connus pour la plupart dans les bassins du Sud de l'Atlantique ([12] ; [13] ; [14] ; [15]). Les proportions de foraminifères planctoniques sont faibles au Sénonien inférieur. La dernière apparition de *Hedbergella delrioensis* se fait au Santonien. Celle de *Whiteinella paradubia* et *Hedbergella planispira* se fait au Coniacien. Ces trois espèces associées à des foraminifères benthiques que sont *Ammotium nkalagum* (Turonien-Santonien) et *Buliminella colonensis africana* (Coniacien santonien-Maastrichtien) ont permis de caractériser le Sénonien inférieur. Les foraminifères benthiques que sont : *Gavelinella* sp, *Buliminella* sp, *Siphogerinoïdes* sp, *Praebulimina* sp, *Neobulimina* sp et *Afrobulivina afra* ont également été trouvés dans le Sénonien inférieur (Coniacien-Santonien) de la plupart des bassins ouest africains, de l'Angola au Sénégal ([14] ; [15] ; [21]), les genres *Gavelinella*, *Heterohelix*, *Hedbergella* et *Eponides* caractérisent un milieu de dépôt peu profond, eutrophique à dysoxie sévère. D'après les travaux de [17] réalisés au niveau de la ride Côte d'Ivoire-Ghana, l'intervalle Coniacien moyen-Santonien supérieur est marqué par une diversité et une abondance de foraminifères benthiques que sont *Praebulimina* sp, *Buliminella* sp, *Neobulimina* sp, *Gyroïdinoïdes* sp, *Gavelinella* sp et *Lenticulina* sp.

VI. Conclusion

L'étude du puits KM a permis de mettre en évidence l'intervalle Coniacien-Santonien entre 2074 et 1687 m de profondeur. Il est caractérisé par une microfaune constituée d'abondants foraminifères benthiques, de foraminifères planctoniques peu nombreux et de quelques rares ostracodes. La répartition des différentes espèces rencontrées ainsi que leur abondance ont permis de définir deux environnements de dépôts distincts consécutifs. A la base un milieu marin peu profond et très peu oxygéné se distingue. Par contre au niveau supérieur (sommet), un domaine profond relativement oxygéné est observé.

Références bibliographiques

- [1] APOSTELESU V. (1961). Contribution à l'étude paléontologique (ostracodes) et stratigraphique des bassins crétacés et tertiaires de l'Afrique occidentale. Rev. Inst. Fr. Pétroles, Vol.16 n°7-8 pp.779-830.
- [2] CASTELAIN J. (1966). Aperçu sur la micropaléontologie et la palynologie des sédiments secondaires et tertiaires de l'Ouest africain. Ass. Geol. Afr. U.I.S.G., Paris, pp. 40-51.

- [3] BRUN M. (1978). Microfossiles de la Côte d'Ivoire (Paléocène et limite Crétacé Tertiaire). Apport de l'exoscopie à la connaissance des environnements. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Marseille, 229p.
- [4] GOUA T. E. (1993a). Biostratigraphie et milieux de dépôt dans le bassin sédimentaire ivoirien du Maastrichtien à l'Eocène inférieur. Région Yocoboué-N'zida : Compartiment Nord de la partie terrestre du bassin. DESR, Université de Bourgogne (Dijon), 73p.
- [5] GOUA T. E. (1993b). Biostratigraphie et milieux de dépôts dans le bassin sédimentaire ivoirien du Maastrichtien à l'Eocène inférieur. Etude d'un sondage offshore au large d'Abidjan – IVCO-18. DEA, Université de Bourgogne (Dijon), 94p.
- [6] N'DA L.V., P. SAINT-MARC I. DE KLASZ et GOUA T. E. (1995). Données micropaléontologiques sur le passage Crétacé-Tertiaire de Côte d'Ivoire. *Revista Española de Micropaleontologia*, 27 (3) : 197-152
- [7] DIGBEHI Z. B., N'DA L.V., YAO K. R. et ATTEBA Y. A. (1997). Principaux foraminifères et palynomorphes crétacés du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire, Golfe de Guinée septentrional : propositions pour une échelle biostratigraphique locale. *Revue Afrique Géoscience*, Vol.4 n°3 & 4, pp.461-473.
- [8] SAINT MARC P. et N'DA L. V. (1997). Biostratigraphie et environnements des dépôts crétacés au large d'Abidjan (Golfe de Guinée). *Cretaceous research*, vol.18, pp.545-565.
- [9] YAO N'Goran J-P. (2012). Caractérisation sédimentologique, minéralogique, géochimique et biostratigraphique des falaises vives de Fresco : région de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire). Université de Cocody en sciences de la terre.
- [10] KESSE T. M., YAO N. J.P., ADOPO K. L., GOUA T.E., BAMBA K., DIGBEHI Z. B., TEA Y. J. (2013). Apport de l'analyse micropaléontologique à la reconstitution des conditions d'oxygénation durant l'intervalle Cénomanien-Turonien dans le bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire. *BIOTERRE, Rev. Inter. Sci. de la Terre*, Vol. 13, pp 7-19
- [11] BLAREZ E. (1986). La marge continentale de Côte d'Ivoire – Ghana. Structure et évolution d'une marge continentale transformante. Thèse de doctorat, Université Paris VI., 188p.
- [12] CARON M. (1985). Cretaceous planktonic foraminifers: in Bolli H.M., Saunders J.B., Prehn Nielsen K. (Eds), *Plankton stratigraphy*: Cambridge Univ. Press, Vol.4, pp.17-86.
- [13] DUPPON G. (1996). Principaux foraminifères planctoniques du Crétacé gabonais. *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique sud*: Actes colloques Angers, 1994, PP 83-121.
- [14] MASSALA A., BELLIER J-P. et MAGNIEZ-JANNIN F. (1996). Biostratigraphie (foraminifères planctoniques) et environnements du Crétacé supérieur d'après deux sondages du bassin côtier congolais : In : Jardiné, S., I. de KLASZ I & J.-P. Debenay (Eds), *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud*. Actes des colloques d'Angers, 16-20Juillet 1994.
- [15] MBANI J. N. (2008). Micropaléontologie et géochimie organique du bassin côtier congolais au crétacé supérieur : paléoécologies des foraminifères, espèces et associations indicatrices des paléoenvironnements des roches mères pétrolières. Thèse de doctorat de l'université paris 6, 498p.
- [16] ROBASZYNSKI F., CARON M. et GONZALES-DONOSO (1984). Atlas of Late Cretaceous globotruncanids. *Rev. Micropaleontol.*, 26:145-305.
- [17] HOLBOURN E. L. and KUNHT W, (1998). Turonian-Santonian benthic foraminifer assemblages from site 959D (Côte d'Ivoire-Ghana transform margin, Equatorial Atlantic): Indication of a late cretaceous oxygen minimum zone. In *Proceeding of the Ocean Drilling*

Program. Mascle, J., Lohmann, G.P. and Moullade, M. (Eds), 1998. Scientific Results, Vol. 159 P 375-387.

[18] KOUTSOUKOS EDUARDO M. et de KLASZ I. (2000). Late cretaceous foraminiferal biogeography (Families Bolivinidae, Buliminellidae, Gavelinellidae, Siphogenerinoididae, Siphogenerinoididae, Turrilinae) in Northeastern Brazilian Shelf and Central West African basins. *Cretaceous Research* (2000) 21, PP.381-405.

[19] KAMINSKI, M. A. and GRADSTEIN, F. M., 2005. Atlas of Paleogene cosmopolitan deep-water agglutinated foraminifera. Kraków: Grzybowski Foundation. Special Publication 10, 547 p.

[20] BAMBA M. K., Digbéhi Z. B.; Sombo B.C. ; Goua T. E. ; N'DA L. V. (2011). Foraminifères planctoniques, biostratigraphie et paléoenvironnement des dépôts albo-turonien de la Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest. *Revue de Paléobiologie*, Vol 30, PP 1-11.

[21] MANDHUR M. et BAILOUMI A. (2009). Stratigraphical and Paleocological Studies on Upper Cretaceous Succession of Gs 160-2 Well, Gulf of Suez, Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 5(12): PP. 2247-2261.