

# APPORT DE L'ANALYSE MICROPALÉONTOLOGIQUE A LA RECONSTITUTION DES CONDITIONS D'OXYGÉNATION DURANT L'INTERVALLE CÉNOMANIEN-TURONIEN DANS LE BASSIN SEDIMENTAIRE DE LA CÔTE D'IVOIRE.

KESSE T. MARCEL<sup>\*1</sup>, YAO N. JEAN-PAUL<sup>2</sup>, ADOPO K. LAURENT<sup>2</sup>,  
GOUA<sup>3</sup> T.E, BAMBA KADER<sup>3</sup>, DIGBEHI Z. BRUNO<sup>2</sup>,  
TEA-YASSI JULIETTE<sup>3</sup>

1 : Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny

2 : Université de Cocody; UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières

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

---

## RESUME

La détermination des étages et de l'environnement de dépôt des sédiments de l'intervalle allant des cotes 2241 à 2087m du puits KM (bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire) a été possible grâce à l'analyse micropaléontologique de 55 échantillons de déblais. Le tri a révélé la présence de 1713 individus dont 1312 foraminifères planctoniques, 122 foraminifères benthiques agglutinés et 211 foraminifères benthiques calcaires. Ces foraminifères ont été identifiés et utilisés pour la datation des terrains traversés par le puits KM et la reconstitution des conditions d'oxygénation des fonds marins. Sur la base des premières ou des dernières apparitions de foraminifères planctoniques, les étages identifiés dans l'intervalle 2241 à 2087m sont le Cénomanién et le Turonien. La forte proportion de foraminifères planctoniques pendant ces périodes associée à un faible taux de foraminifères benthiques reflète la réduction de l'oxygène sur les fonds marins.

**Mots-clés :** Micropaléontologie, Cénomanién, Turonien, Côte d'Ivoire.

## ABSTRACT

*Determining floors and depositional environment of sediments range odds 2241 to 2087m well KM (sedimentary basin of Côte d'Ivoire) was possible thanks to the micropaleontological analysis of 55 samples cuttings. Sorting revealed the presence of 1713 individuals whose 1312 planktonic foraminifera, 122 agglutinated benthic foraminifera and 211 benthic foraminifera or calcareous. These foraminifera were identified and used for dating traversed by the well KM land and restoring oxygenation conditions of the seabed. On the basis of the first or last appearances of planktonic foraminifera stages identified in the interval 2241 to 2087 m are the Cenomanian and Turonian. The high proportion of planktonic foraminifera during these periods associated with a low rate of benthic foraminifera reflects the reduction of oxygen on the seabed.*

**Keywords:** Micropaleontology, Cenomanian, Turonian, Côte d'Ivoire.

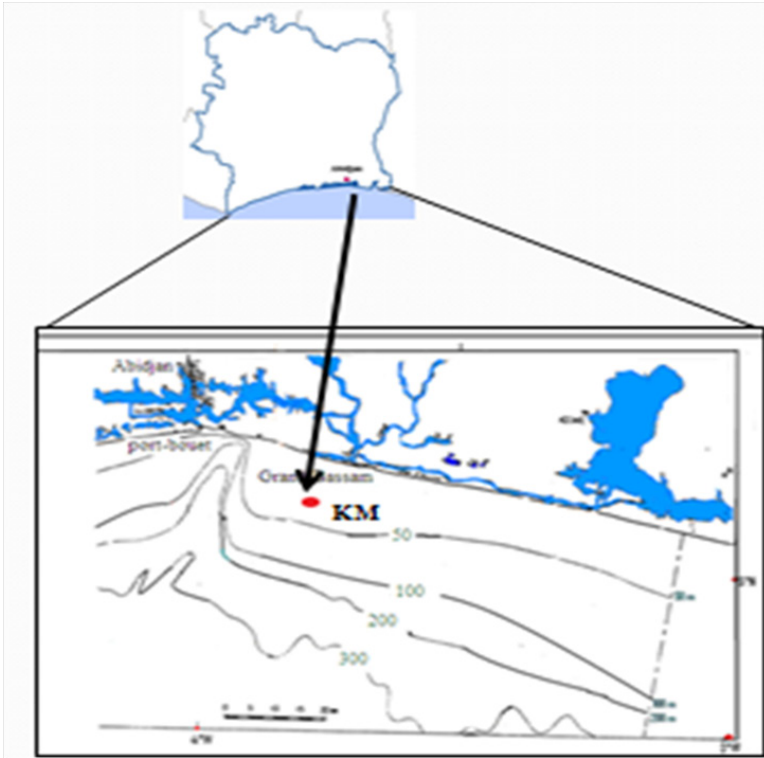
## I. INTRODUCTION

### I.1 Contexte et objectifs de l'étude

Le Golfe de Guinée est composé de nombreux bassins sédimentaires qui longent la côte ouest africaine entre la Mauritanie et l'Angola. Parmi ces bassins, celui de la Côte d'Ivoire a fait l'objet de recherches pétrolières après la découverte des sables bitumineux d'Eboinda en 1896 dans la région d'Assinie. Grâce à de nombreux travaux réalisés, les taxons de foraminifères ont été identifiés (APOSTOLESCU, 1961 ; CASTELAIN, 1966). Par ailleurs, l'échelle stratigraphique du bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire a été élaborée (BRUN, 1978 ; GOUA, 1993a ; N'DA et *al.*, 1995 ; DIGBEHI et *al.*, 1997 ; SAINT-MARC et N'DA, 1997 ; YAO, 2012) mais de façon partielle. L'on s'interroge alors sur le contenu faunistique ainsi que sur les conditions d'oxygénation des fonds marins dans l'intervalle allant des cotes 2241 m à 1687 m du puits KM. Cette étude s'inscrit dans une dynamique qui vise à approfondir les connaissances du bassin sédimentaire ivoirien. Elle permet de définir les critères de diagnose biostratigraphique local et d'établir les critères de reconstitution paléoenvironnementale des fonds marins à partir du puits KM.

### I.2 Cadre géologique

Située dans la partie occidentale de l'Afrique, le territoire ivoirien s'étend sur une superficie de 322462 Km<sup>2</sup>. Sa géologie est constituée d'un socle précambrien et d'un bassin sédimentaire secondaire-tertiaire. Le socle précambrien de la Côte d'Ivoire appartient au craton ouest africain et plus particulièrement à la dorsale de Man ou dorsale Léo. L'ouverture de l'Atlantique a permis la mise en place du bassin sédimentaire ivoirien favorisant ainsi la séparation du continent africain de celui de l'Amérique du Sud (BLAREZ, 1986 ; MARINHO et MASCLE, 1987). L'évolution générale de la régression marine observée depuis le Crétacé supérieur (YAO, 2012) 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 a été implanté sur le plateau continental au Sud de la ville de Grand-Bassam (Figure 1).



**Figure 1** : Localisation du puits KM

## II. MATERIEL ET METHODE ANALYTIQUE

Cinquante-cinq (55) échantillons de déblais provenant du forage KM entre les côtes 2241 et 2087m constituent l'essentiel du matériel utilisé pour la présente étude. Après une attaque au peroxyde (eau oxygénée), les déblais sont lavés et séchés puis mis en sachet. A l'aide, d'une aiguille montée et d'une loupe binoculaire, les foraminifères sont triés et décrits partiellement. Les formes caractéristiques bien dégagées sont photographiées en position ombilicale, de profil et spirale grâce au microscope électronique à balayage en vue d'une description exhaustive. La détermination des genres et des espèces se fait en comparant les critères décrits sur les formes et ceux connus dans la bibliographie (CARON, 1978 et 1985 ; PETERS, 1982 ; ROBASZYNSKI et *al.*, 1984 ; KOGBE et ME'HES, 1986; DUPPONT, 1996 ; GOUA, 1997 ; HOLBOURN et KUHNT, 1998 ; KOUTSOUKOS et de KLASZ, 2000 ; SOUA, 2005 ; M'BANI, 2008).

La profondeur et l'oxygénation sont deux facteurs agissant simultanément avec des intensités variables. Ainsi 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.

### III. RESULTATS ET INTERPRETATION

#### III.1. Inventaire des microfossiles de l'intervalle d'étude

Le tri effectué sur les échantillons a fourni une riche microfaune composée essentiellement de foraminifères (dont 76% de planctoniques, 7% de benthiques agglutinés et 12% de foraminifères benthiques calcaires) associés à quelques ostracodes (4%).

#### III.2. Etages de l'intervalle d'étude

La distribution des foraminifères dans le puits a permis de déterminer deux étages dans le sens de la sédimentation dans l'intervalle d'étude.

##### ► Cénomaniens (2241 m - 2226 m)

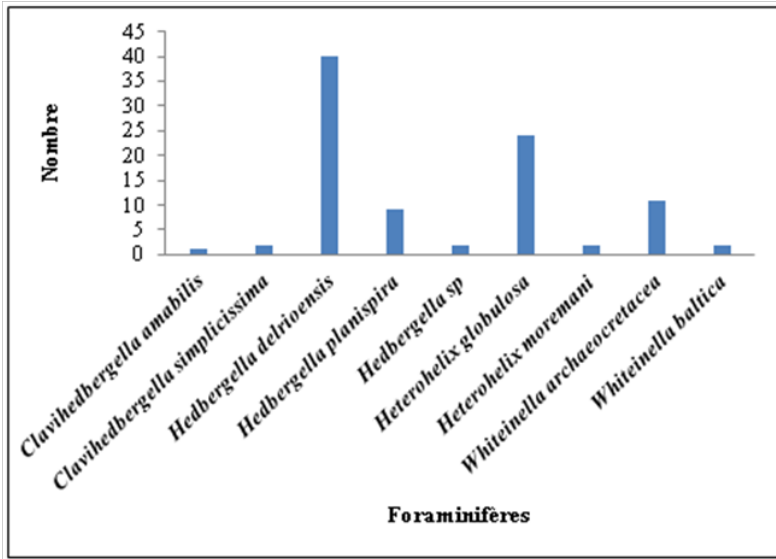
Les espèces du Cénomaniens identifiées ont permis de construire l'histogramme de fréquence à la figure 2. Cet étage est marqué par une forte population d'*Hedbergella* suivie d'*Heterohelix* et de *Whiteinella*. Le genre *Clavihedbergella* est représenté en très faible proportion. Le toit du Cénomaniens a été mis en évidence à la cote 2226 m par la présence de *Clavihedbergella simplicissima*. L'étage est également caractérisé par les associations de foraminifères planctoniques *Whiteinella archaeoetacea*, *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella planispira*, *Clavihedbergella amabilis* rencontrées dans l'intervalle 2241 - 2226 m du puits (Planches I et II).

##### ► Turonien (2226 m - 2083 m)

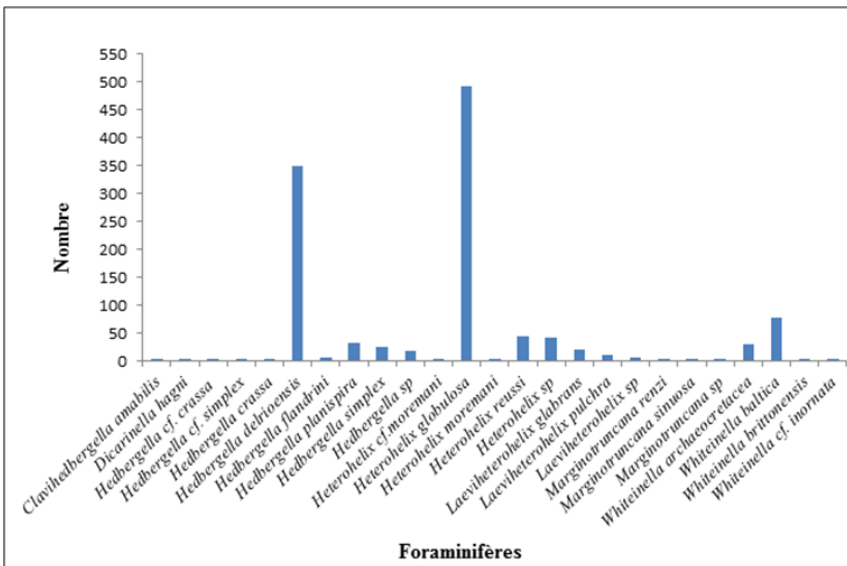
L'histogramme de fréquence des espèces du Turonien (Figure 3) met en évidence une prolifération des genres *Heterohelix*, *Hedbergella* et *Whiteinella*. Une explosion des espèces *Heterohelix globulosa* et *Hedbergella delrioensis* s'observe. Les espèces présentes en faible proportion sont à peine visibles sur le graphe.

Les dernières apparitions des espèces *Heterohelix moremani* et *Clavihedbergella amabilis* ont permis de fixer le toit du Turonien à la cote 2083 m. L'association d'individus composée de *Heterohelix globulosa*, *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella flandrini*, *Whiteinella baltica*, *Dicarinella hagni*, *Marginotruncana renzi*, *Marginotruncana sinuosa*, *Marginotruncana Schneegansi*, *Whiteinella archaeoetacea*,

*Whiteinella brittonensis*, *Laeviheterohelix gabrans*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix reussi*, témoigne d'un âge turonien entre 2216 et 2087 m (Planches I et II).



**Figure 2 :** Histogramme de fréquence des foraminifères du Cénomaniens



**Figure 3 :** Histogramme de fréquence des foraminifères du Turonien

En tenant compte des facteurs (mesure de la diversité et l'abondance des individus) santé et écosystème, l'intervalle cénomanien-turonien a été évaluée (Figure 4). Entre le Cénomaniens et le Turonien s'observe

une régression de l'évolution de la population planctonique. En effet, la réduction de la diversité témoigne d'une perturbation écologique et donc d'un stress pendant cette période. Cette perturbation écologique observée est due à la crise biologique de la limite Cénomanién-Turonien qui a enregistré l'extinction de plusieurs espèces dont les *Rotalipora*, marqueurs du Cénomanién

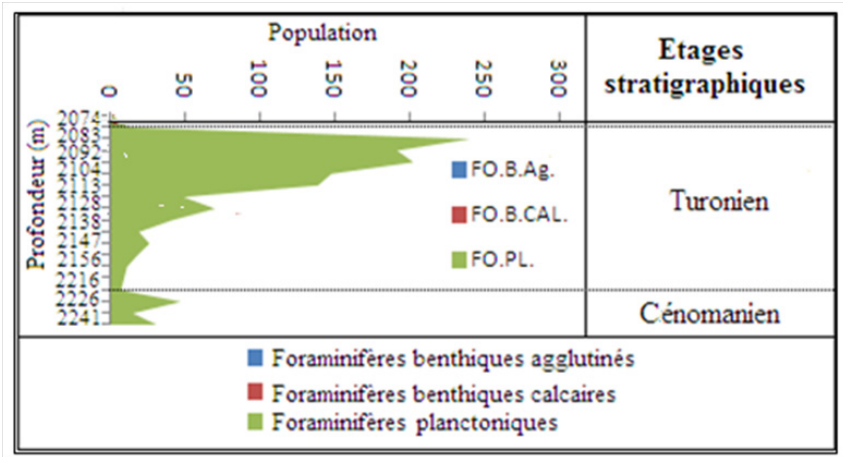
### III.3. Reconstitution des conditions d'oxygénation des fonds marins

Dans l'intervalle cénomanién, la population des foraminifères est essentiellement planctonique (Figure 5) et dominée par les formes globuleuses composées par le genre *Hedbergella* et le genre *Whiteinella*, soit 67%. Le genre *Clavihedbergella* dont la dernière apparition coïncide ou suit le dépôt de couches enrichies en matière organique, témoigne des conditions hypoxiques à anoxiques sur le fond. Au niveau des foraminifères planctoniques, l'apparition et le développement des morphotypes globuleux à test robustes (*Whiteinelles* et *Hedbergelles* à loges étirées) s'effectuent surtout en contexte de haut niveau marin. La faible présence des foraminifères benthiques et l'abondance des formes allongées bisériées (*Heterohelix* et *Laeviheterohelix*) qui tolèrent des environnements peu oxygénés, permettent de suggérer qu'une zone anoxique s'est étendue jusqu'à la plateforme externe. Cette hypothèse pourrait aussi se justifier par le manque ou l'insuffisance de brassage des eaux océaniques par les courants dans le Golfe de Guinée au Cénomanién. Ce phénomène a entraîné une mauvaise oxygénation de la colonne superficielle.

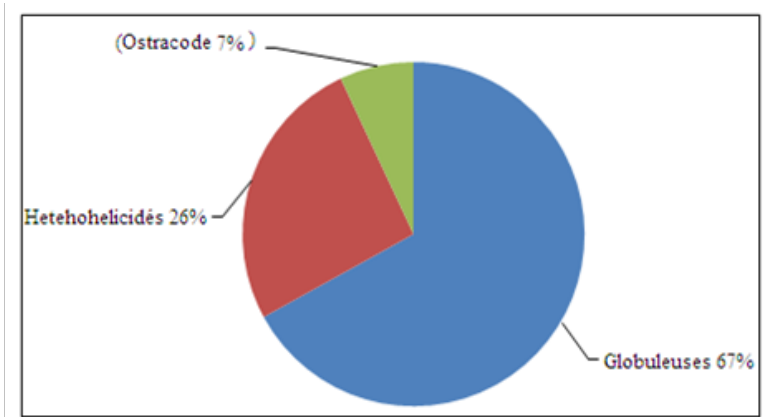
La population planctonique du Turonien est dominée par les formes *Heterohelicidés* (51% de *Heterohelix* et de *Laeviheterohelix*). Ensuite, les formes globuleuses (45%) sont composées des genres *Hedbergella*, *Clavihedbergella* et *whiteinella*. Les formes carénées sont constituées de *Dicarinella* et de *Marginotruncana* (Figure 6).

Les genres *Heterohelix* et *Hedbergella* sont des organismes qui se développent et envahissent le plateau continental où ils supportent les variations de salinité et de température. L'absence des foraminifères benthiques traduit une baisse importante du taux d'oxygène sur le fond marin. Cependant la présence des genres carénées telles que *Marginotruncana* et *Dicarinella* qui terminent leur cycle vital dans les milieux profonds, indique une amélioration des conditions d'oxygénation atteignant la zone photique inférieure.

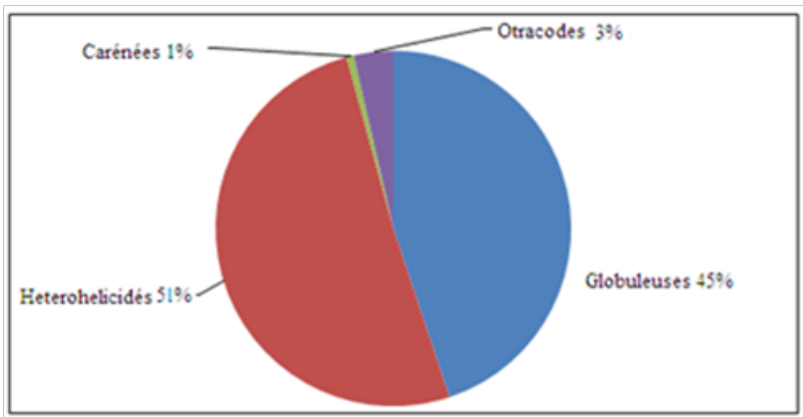
Ainsi, ces résultats montrent qu'une zone à oxygène minimum se situerait au niveau du talus.



**Figure 4 :** Evolution des foraminifères de l'intervalle cénonanien-turonien dans le puits KM



**Figure 5 :** Proportion des morphogroupes du Cénomanien



**Figure 6 :** Proportions des morphogroupes du Turonien

#### IV. DISCUSSIONS

Les foraminifères identifiés dans le puits KM sont connus pour la plupart dans les bassins du Sud de l'Atlantique (CARON, 1978 ; DUPPON, 1996 ; MASSALA et *al.*, 1996; M'BANI, 2008). Cependant, le genre *Rotalipora*, marqueur du Cénomaniens selon CARON (1983), est absent dans les sédiments étudiés. Il en est de même de l'espèce *Globigerinelloides bentonensis* caractérisant le Cénomaniens supérieur dans le bassin du Brésil (MORROW, 1934 ; KOUTSOUKOS et BENGTON, 1993). Le Cénomaniens a été mis en évidence dans le puits KM sur la base de la dernière apparition de *Claviherbergella simplicissima* (Albien-Cénomaniens) avec une abondance du genre *hedbergella* (DIGBEHI et *al.*, 1997).

La limite Cénomaniens-Turonien est marquée par la baisse de la population de foraminifères sur la courbe d'évolution des foraminifères du puits KM. Les foraminifères planctoniques présentent un jeu de relais de radiation évolutive, interrompue par l'évènement de la fin du Cénomaniens (BELLIER, 1998). SOUA (2005) en se basant sur la distribution des foraminifères planctoniques en Tunisie centro-septentrionale évoque une réduction de ce groupe en réponse à des conditions anoxiques. Il témoigne également que le passage Cénomaniens-Turonien est caractérisé par la zone à *Whiteinella archaeocretacea* définie à sa base par la dernière occurrence de *Rotalipora cushmani* et la première occurrence de *Helvetoglobotruncana helvetica*. Il est peu probable de confirmer cette thèse à partir du puits KM car ces formes y sont absentes.

La population de foraminifères benthiques est insignifiante au Cénomaniens et au Turonien dans le puits KM. En effet, une anoxie des fonds océaniques a provoqué l'extinction de cette population à la limite Cénomaniens-Turonien (TRONCHETTI et GROSHENY, 1991 ; SOUA, 2005). Il s'agit de la crise biologique mondiale qui affecta aussi les foraminifères planctoniques du groupe des *Rotalipores* et la flore (EWGPF, 1979 in SOUA, 2011).

Au Turonien, les *Heterohelix* (24%), les *Hedbergella* (40%) et les *whiteinella* (10%) sont les trois grandes familles rencontrées dans le puits KM (DIGBEHI et *al.*, 2011). Le toit du Turonien a été fixé sur la base de la dernière apparition de *Heterohelix moremani* (Albien-Turonien). Ce résultat est conforme à celui de BAMBA et *al.* (2011) dans une étude réalisée dans le bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire.

#### V. CONCLUSION GENERALE

L'étude biostratigraphique et paléoenvironnementale des déblais de l'intervalle 2241 à 2087 m du puits KM montre une microfaune de

foraminifères planctoniques, de foraminifères benthiques calcaires, de foraminifères benthiques agglutinés et d'ostracodes. Les étages rencontrés dans l'intervalle d'étude sont le Cénomaniens (2241-2226 m), le Turonien (2216-2087 m). Une faible oxygénation a été observée au Cénomaniens dans le Golfe de Guinée. Au Turonien, la rareté de foraminifères benthiques traduit une baisse importante du taux d'oxygène sur les fonds marins. Dans le but de mieux définir une échelle stratigraphique régionale, des études complémentaires devront être menées. Il s'agit notamment de la géochimie des déblais pour une meilleure compréhension des environnements de dépôts et la corrélation stratigraphique du puits KM et de plusieurs puits contigus.

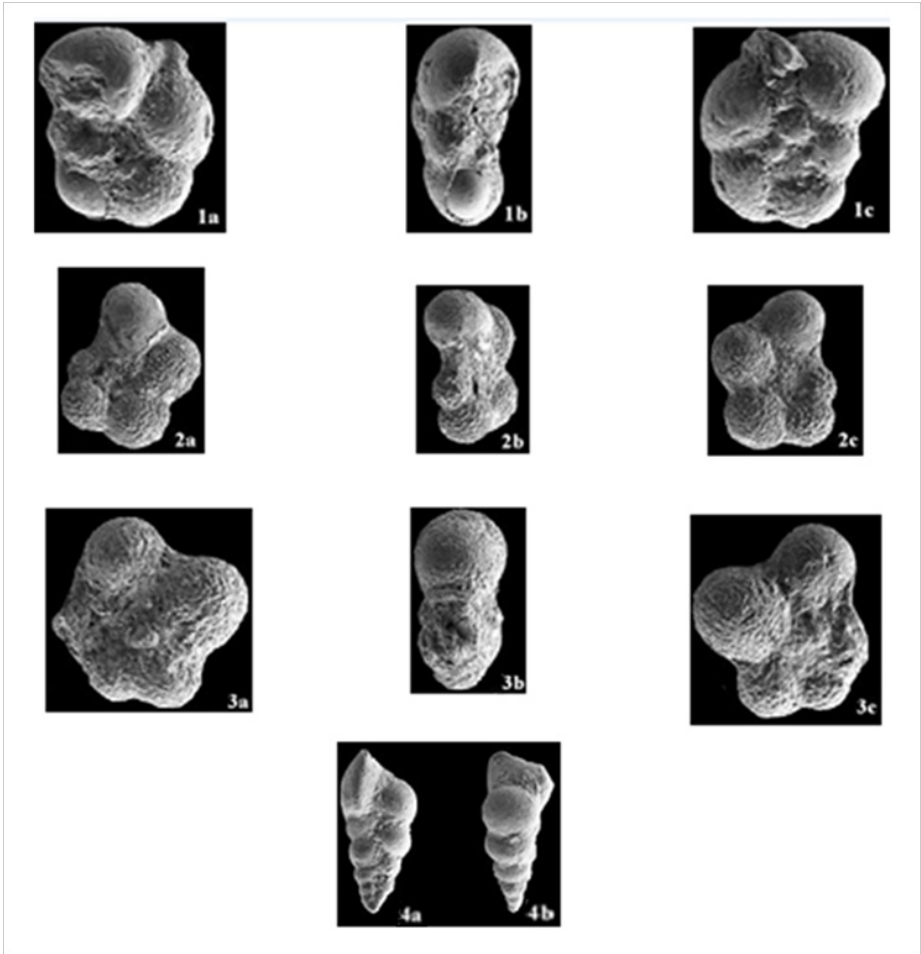
## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- 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.
- BAMBA, K.M., DIGBEHI, Z.B., SOMBO, B.C., GOUA T.EAND N'DA L.V., (2011).** "Foraminifères planctoniques, biostratigraphie et paléoenvironnement des dépôts alboroniens de la Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest". Revue de Paléobiologie, Vol. 30, pp. 1-11.
- BELLIER J.P. (1998).** Cretaceous planktonic Foraminifers, Eastern equatorial Atlantic. In : MASCLE J., G.P. LOHM-ANN & M. MOULLADE (Eds), Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 159 : pp. 335-345.
- BLAREZ E. (1986).** La marge continentale de Côte d'Ivoire – Ghana. Structure et évolution d'une marge continentale transformante. Thèse de doctorat, Univ. Paris VI. 188 p.
- 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, 229 p.
- CARON M. (1978).** Cretaceous planktonic foraminifers from DSDP Leg 40, Southeastern Atlantic Ocean. Vol. 40. pp. 651-678.
- CARON M. (1983).** La spécialisation chez les foraminifères planctoniques : une réponse adaptée aux contraintes de l'environnement. Université de Fribourg, pp. 671-676.
- CARON M. (1985).** Cretaceous planktic foraminifera: in Bolli H.M., Saunbers J.B., Preichnielsen K. (Eds), Plankton stratigraphy: Cambridge Univ. Press. Vol.4, pp.17-86.
- 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.
- 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.

- DIGBEHI Z.B., OUFFOUET K.B., SOMBO B. C., YAO N.J.P. (2011).** Biostratigraphical Analysis and Palaeoenvironmental Reconstruction of Cenomanian-Turonian Boundary in Côte d'Ivoire Onshore Sedimentary Basin, West Africa. *African Research Review*, Vol. 5 (6), Serial No. 23, pp. 361-380
- DUPONT G. (1996).** Principaux foraminifères planctoniques du Crétacé gabonais. *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique sud: Actes colloques Angers, 1994*, pp. 83-121.
- 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), 73 p.
- GOUA T.E. (1997).** Biostratigraphie et évolution paléoenvironnementale des séries maastrichtiennes et paléocènes dans le bassin sédimentaire côtier. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, centre des sciences de la terre, 354 p.
- HOLBOURN E.L. et KUHNT 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, pp. 375-387.*
- KOGBE C.A. et ME'HES K. (1986).** Micropaleontology and biostratigraphy of the coastal basins of West Africa. *J. Afric. Earth Sci, Vol.5 n°1. 100 p.*
- KOUTSOUKOS E. A et BENGTON P. (1993).** Towards and integrated biostratigraphy of the Upper Aptian-Maastrichtian of the Sergipe basin, Brazil. *Docum. Lab. Géol. Lyon, n°125, pp. 241-262.*
- KOUTSOUKOS E.M. et DE KLASZ I. (2000).** Late cretaceous foraminiferal biogeography (Families Boliviniidae, Buliminellidae, Gavelinellidae, Siphogenerinoididae, Siphogenerinoididae, Turilliniidae) in Northeastern Brazilian Shelf and Central West African basins. *Cretaceous Research 21, pp.381-405.*
- 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, 16-20 Juillet 1994.*
- MARINHO M. et MASCLE I. (1987):** Evolução estrutural do plato marginal da Guinéa sua relação com a formação do oceano atlântico Centro-equatorial. *Rev. Brasil. Geociências, n°17, pp. 111-117.*
- M'BANI J. N. (2008).** Micropaléontologie et géochimie organique du bassin côtier congolais au Crétacé supérieur : paléocéologies des foraminifères, espèces et associations indicatrices des paléoenvironnements des roches mères pétrolières. Thèse doctorat, université paris 6, 498 p.
- MORROW A.L (1934).** Foraminifera and ostracoda from the upper cretaceous of Kansas. *J.Paleontol., V. 8, 186 p.*

- 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 Micropaleontología*, 27 (3) pp. 197-152
- PETTERS S.W. (1982)**. Central West African Cretaceous-Tertiary benthic foraminifera and stratigraphy. *Paleontographica Abt. A*, n°179, Lfg. 1-3, pp. 1-104.
- ROBASZYNSKI F., CARON M. et GONZALES-D. (1984)**. Atlas of Late Cretaceous globotruncanids. *Rev. Micropaleontol.*, 26 pp. 145-305.
- 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.
- SOUA M. (2005)**. Biostratigraphie de haute résolution des foraminifères planctoniques du passage Cénomaniens-Turonien et impact de l'événement anoxique EAO-2 sur ce groupe dans la marge sud de la Thétyss, exemple: région de Jerissa et Bargou. *Mastère en Dynamique Tectono-sédimentaire et Caractérisation des Réservoirs*. Univ TUNIS El Manar, 71 p.
- SOUA M. (2011)**. Le passage Cénomaniens – Turonien en Tunisie : Biostratigraphie des foraminifères planctoniques et des radiolaires, chimiostratigraphie, cyclostratigraphie et stratigraphie séquentielle. *Thèse de doctorat*, Univ. TUNIS EL Manar, 316 p.
- TRONCHETTI et GROSHENY (1981)**. Foraminifères crétacés dans les bassins ouest-Africains: quelques représentants de la Superfamille Buliminacea. *Cahiers de Micropaleontologie* 2, pp. 31-41.
- YAO N.J.P. (2012)**. Caractérisation sédimentologique, minéralogique, géochimique et biostratigraphique des falaises vives de Fresco : région de Grand-lahou (Côte d'Ivoire). *Thèse de doctorat*, Univ. F.H.B. Abidjan, 213 p.

## APPENDICE



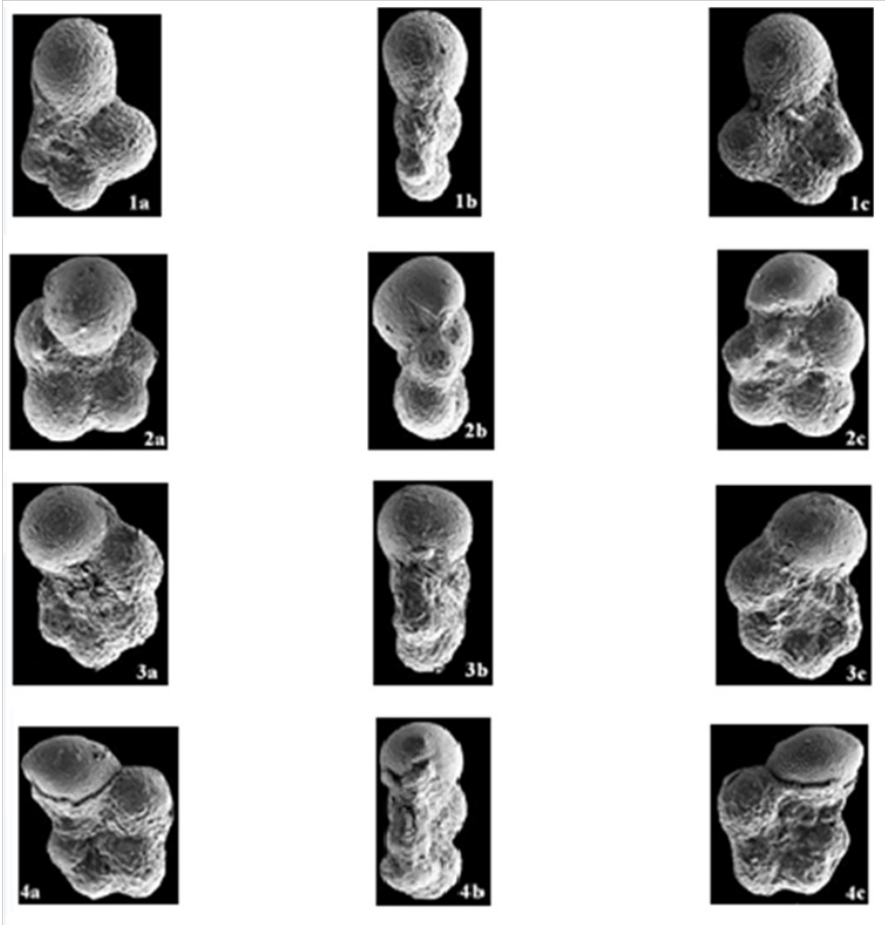
**PLANCHE I ; a : Face ombilicale ; b : Profil ; c : Face spirale**

Figure 1: *Whiteinella archaeocretacea* (Pessagno, 1967), Grossissement  $\times 200$ , Puits KM Côte 2083 m

Figure 2: *Clavihedbergella amabilis* (Loeblich and Tappan, 1961),  $G \times 250$ , Puits KM Côte 2083 m

Figure 3 : *Clavihedbergella simplicissima* (Magne and Sigal, 1954),  $G \times 300$ , Puits KM Côte 2226 m

Figure 4 : *Heterohelix moremani* (Cushman, 1946), Grossissement  $\times 280$ , Puits KM Côte : 2083 m



**PLANCHE II a : Face ombilicale ; b : Profil ; c : Face spirale**

Figure 1 : *Hedbergella simplex* (Morrow, 1934), Grossissement×300, Puits KM Côte 2230 m

Figure 2 : *Hedbergella crassa* (Bolli, 1959), Grossissement×250, Puits KM Côte 2128 m

Figure 3 : *Hedbergella delrioensis* (Carsey, 1926), G×280, Puits KM Côte 2104 m

Figure 4 : *Hedbergella cf. flandrini* (Porthault, 1970), G×300, Puits KM Côte 2083 m