

Palynologie et environnements de dépôt des sédiments d'âge cénoomanien supérieur-maastrichtien inférieur dans le bassin offshore de Côte d'Ivoire (Afrique de l'ouest).

Zéli B. DIGBEHI¹*, Kahou K. K. TOÉ BI¹, Kouassi L. ADOPO¹, Koré E. GUÉDÉ², Ignace TAHI² & Konan R. YAO²

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

² Petroci, Centre d'Analyses et de Recherche (CAR), BP V 194, Abidjan, Côte d'Ivoire.

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

Reçu le 14-10-2010, accepté le 22-09-2011

Résumé

En vue d'établir la palynostratigraphie et de caractériser le milieu de dépôts des sédiments d'un intervalle (1824 m à 2400 m) du puits pétrolier Dino-1X, situé au large d'Abidjan, basse Côte d'Ivoire, 76 échantillons de déblais de forage ont constitué l'essentiel du matériel d'étude. Celle-ci s'appuie sur l'étude palynologique de résidus qui ont fait l'objet d'un traitement chimique palynologique classique. Les taxons identifiés ont permis de reconnaître cinq étages notamment le Cénoomanien, le Turonien, le Sénonien inférieur, le Campanien et le Maastrichtien. L'utilisation du rapport des kystes péridinoïdes/ gonyaulacoïdes précise que la sédimentation a pu s'effectuer dans un bassin à circulation marine restreinte sur un plateau continental interne sous influence prépondérante du littoral (Cénoomanien-Sénonien inférieur) ; au cours du Campanien-Maastrichtien inférieur, cette sédimentation s'est effectuée en mer ouverte sous influence de fréquents épisodes de remontée d'eau froide des fonds (upwelling). Ces données palynologiques et paléo-environnementales nouvelles sont discutées à la fin de l'étude.

Mots clés : palynostratigraphie, crétacé supérieur, bassin ivoirien, environnement de dépôt.

Abstract

Palynology and depositional environments of Upper Cenomanian- Lower Maastrichtian layers in Côte d'Ivoire offshore basin (West Africa).

In order to establish palynostratigraphy and characterize the depositional environment of sediment provided by the interval (1824 m to 2400 m) of an oil well Dino-1X, located offshore Abidjan, 76 samples of drill cuttings were used to support this study. This study is based on the palynological study of residues commonly treated. The taxa identified distinguish five stages namely Cenomanian, Turonian, Senonian, Early Campanian and Maastrichtian. Using the ratio of cysts Peridinoïds / Gonyaulacoids shows that sedimentation could take place in a sheltered basin (restricted marine circulation) over the inner continental shelf under a predominant near-shore influence (Cenomanian-Early Senonian). During Campanian -Maastrichtian, deposition occurs within open sea under influence of frequent episodes of upwelling. These palynological and palaeo-environmental news data are discussed at the end of the study.

Key words: Palynostratigraphy, depositional environments, Ivoirian basin, super cretaceous.

1. Introduction

De nombreux travaux de recherche géologiques réalisés sur le bassin de Côte d'Ivoire ont abouti à l'établissement de modèles d'évolution structurale et sédimentaire de ce bassin (Martin, 1973 ; Digbehi, 1987 ; N'da et al 1995 ; Chierici, 1996 ; Mondé, 1997 ; St-Marc et al., 1997 ; Sombo, 2002). Il en résulte que l'histoire géologique du bassin de Côte d'Ivoire se résume en quatre étapes principales:

- une phase rift (Barrémien-Albien) à sédiments margino-fluviatiles;
- une phase de début d'expansion océanique avec les premières transgressions franches (Albien inférieur-Sénonien inférieur) dans les bassins connues depuis au moins l'Albien inférieur (Bamba et al. Sous presse) qui ont permis le dépôt de calcaires à Oligostéginidés et qui vont s'éroder au Sénonien inférieur;
- une phase d'expansion active et de subsidence (Campanien-Maastrichtien) qui dépose en transgression, des argiles marines franches sur des surfaces d'érosion affectant par endroits le Cénomaniens;
- une phase d'expansion maximale au cours du Tertiaire, durant laquelle survient une importante phase régressive qui dure de l'Éocène supérieur à l'Oligocène.

Mais les études palynologiques peu nombreuses (Jardiné et Magloire, 1965; Reyre et Téa, 1981 ; Digbehi et al., 1996 ; 1997 ; Masure et al., 1996 ; 1998; Tea-Yassi et al., 1999) utilisent habituellement le rapport de la microflore d'origine continentale (spores et grains de pollen) sur celle d'origine essentiellement marine (dinokystes et microforaminifères). L'utilisation de ce rapport vise à apprécier l'évolution de la ligne du rivage, liée à l'avancée ou au recul de la mer par rapport au continent. La présente étude est entreprise pour proposer un modèle complémentaire d'évolution

des environnements de dépôt basé sur le rapport des kystes péridinoides/gonyaulacoides, tel qu'adopté dans de nombreux travaux récents (Powell et al., 1992 ; Versteegh, 1994 ; Harland et Howe, 1995 ; Jaminski, 1995 ; Erlangung et al., 2001 ; Prauss, 2002 ; Taoufik et De Vernal, 2004 ; Chioma et Francisca, 2005). Les assemblages de dinokystes et les faciès palynologiques sont étudiés dans ce travail pour suivre l'évolution des paléoenvironnements des dépôts d'âge crétacé supérieur d'un des puits pétroliers, Dino-1x (5°01'20.678"N et 4°36'14.266"W) situé à l'Ouest de la marge d'Abidjan (Figure. 1). Au terme de l'étude, les différents résultats obtenus sont discutés au double plan palynostratigraphique et paléoenvironnemental, en comparaison avec ceux issus de travaux réalisés sur quelques bassins péri-atlantiques.

2. Aperçu du cadre géologique du bassin sédimentaire

Les travaux géologiques réalisés sur la Côte d'Ivoire ont fait l'objet de synthèse (Digbehi, 1987 ; Sombo, 2002) et indiquent que ce pays appartient au vieux bouclier de l'Afrique de l'Ouest. Sa géologie indique deux entités distinctes; 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 entre 3°05'W et 7°30'W et se développe au Sud de la latitude 5°20'N (Figure.2). La partie émergée (onshore) du bassin est estimée à 8.000 km² sur 360 km de long depuis Fresco à l'Ouest jusqu'à Axim au Ghana à l'Est. La plus grande partie du bassin s'étend en mer (22.000 Km² environ) et se développe sur la zone du plateau continental large de 25 à 30 km. Ce bassin Offshore est subdivisé en deux marges situées de part et d'autre du haut fond d'Adiaddon (Petroci, Beicip, 1990): à l'Est, la marge d'Abidjan (qui abrite notre étude) et à l'Ouest, la marge de San-Pedro caractérisée par un socle peu profond et un plateau continental abrupt.

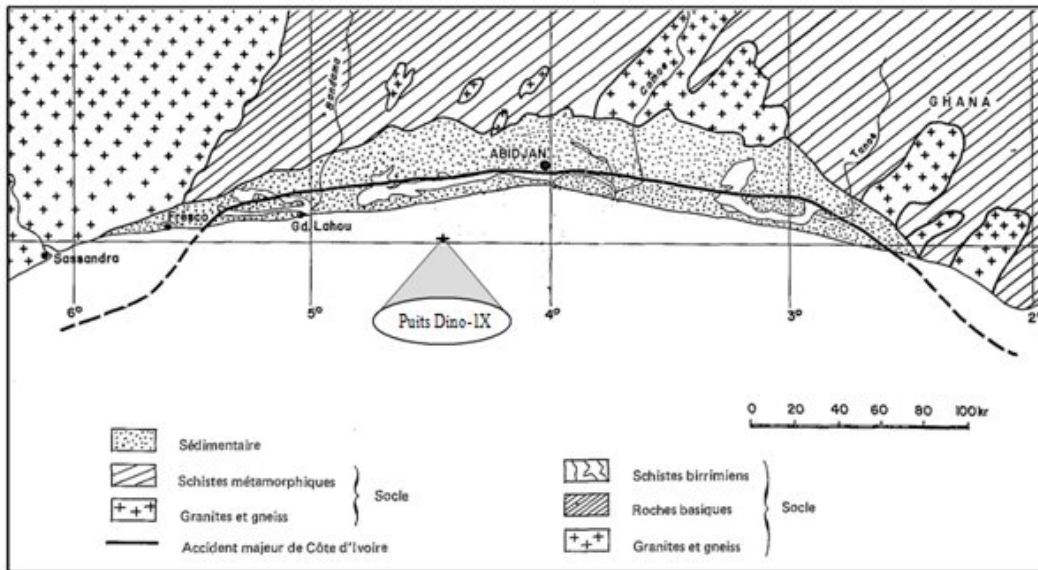


Figure 1: Bassin sédimentaire secondaire-tertiaire de Côte d'Ivoire et situation géographique du puits Dino-1X.

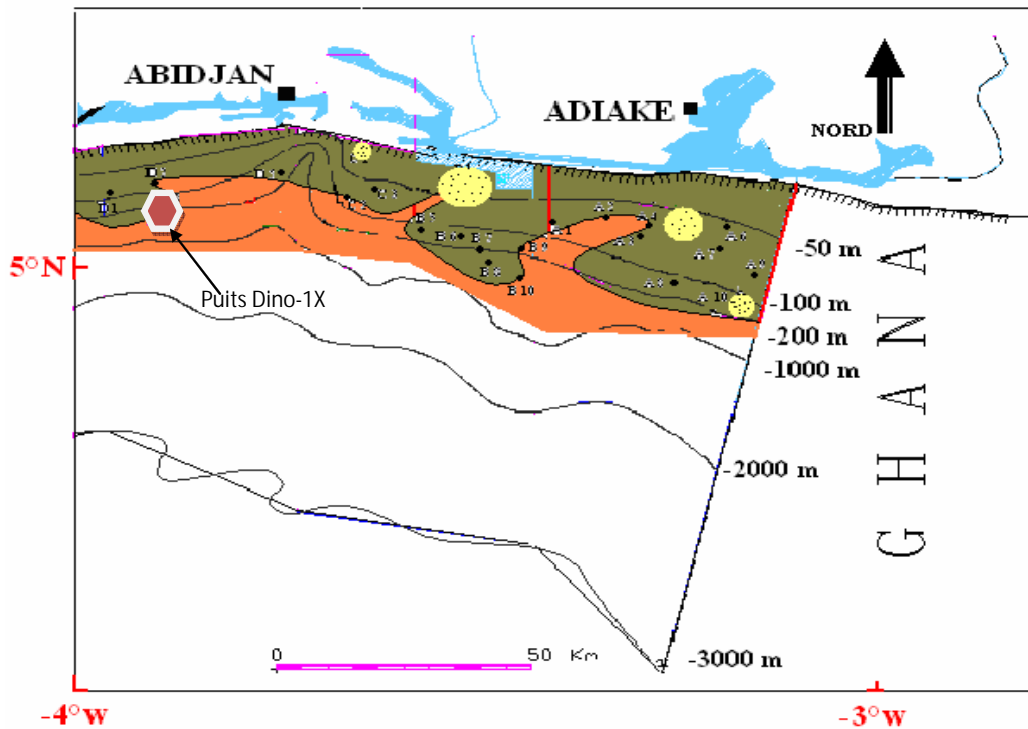


Figure 2: Bassin sédimentaire secondaire-tertiaire de Côte d'Ivoire et situation géographique du puits étudié

3. Matériel et méthodes

L'étude des 76 échantillons de déblais du puits pétrolier Dino-1 comporte d'une part l'analyse palynologique et d'autre part la reconstitution des environnements de dépôt. L'analyse palynologique porte sur les aspects qualitatif (taxonomie) et qualitatif (proportion relative) des palynomorphes observés dans les résidus montés entre les lames et lamelles dans du Baume de Canada, après attaques successives aux acides forts (HCl, 30% puis HF, 70%) pour leur déminéralisation. Puis l'ajout de la base forte (NaOH) permet d'éclaircir le matériel palynologique. La reconstitution des environnements de dépôt s'est appuyée sur des modèles connus en littérature notamment ceux de Châteauneuf et Reyre (1974) et de Michoux, 2002 in Demchuck et al. (2008). Mais le rapport Périidinioïdes/ Gonyaulacoïdes (P/G) est utilisé en tant qu'indicateur de la proximité du rivage et de variations de salinité telle qu'adopté dans les travaux de Harland (1973) repris par Jansonius et Gregor (1996). En effet, selon ces auteurs, la dominance de Périidinioïdes dans un assemblage de dinokystes, est le reflet d'une faible salinité et d'une richesse en nutriments du fait de la proximité de la ligne de rivage. Au contraire, les valeurs basses de ce rapport indiquent un environnement de mer ouverte. Mais de nombreux autres travaux ont démontré que la salinité n'est pas le seul facteur contrôlant la composition des assemblages de dinokystes. Depuis quelques années, ce modèle est adopté par de nombreux autres auteurs (Powell et al., 1992 ; Versteegh, 1994 ; Harland, 1995 ; Jaminski, 1995 ; Erlangung et al., 2001 ; Prauss, 2002 ; Taoufik et de Vernal, 2004 ; Chioma et al., 2005). Ils montrent en effet que l'augmentation de la population des Périidiniens peut être aussi enregistrée dans les zones de remontée d'eau froide océanique (upwelling) également riches en nutriments. L'utilisation de ce rapport (P/G) dans le présent travail est une première dans les travaux palynologiques réalisés en Côte d'Ivoire. Elle contribue ainsi à une meilleure définition des paléoenvironnements de dépôt par l'utilisation de cet indicateur complémentaire.

4. Résultats

Les sédiments étudiés sont dominés par les argiles qui deviennent glauconieuses et micromicacées entre 2250m et 1824m. Ces argiles riches en palynoflore alternent avec des niveaux gréseux dans l'intervalle 2400m - 2250m. De la pyrite est relativement abondante dans la moitié inférieure de l'intervalle d'étude.

4.1. Analyse qualitative et palynostratigraphie

Cinq étages sont identifiés grâce à des espèces dites diagnostiques qui sont en général associées à de nombreux autres taxons comme le montre la figure 3. Ces étages sont le Cénomaniens, le Turonien, le Sénonien inférieur, le Campanien et le Maastrichtien inférieur.

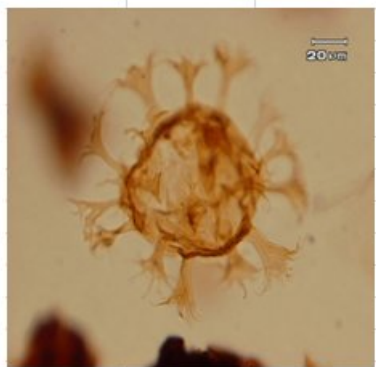
Le toit du Cénomaniens (2400m à 2361m) est identifié grâce à l'espèce *Steevesipollenites sp* (PI, figure 1) dont la première apparition (First Apparition Depth: FAD) intervient à la côte 2361m. Le Turonien (2361 à 2250m) est mis en évidence par la première apparition à la côte 2250m de l'espèce *Tricolpites sp S.427* (PI, figure 2) tandis que le Sénonien inférieur (2250m à 2064m) est caractérisé par une prolifération de dinokystes avec les espèces *Oligosphaeridium complex*, *Oligosphaeridium pulcherrimum* et *Florentina radiculata*. Le critère de diagnose du toit de cet intervalle est indiqué par la dernière apparition de l'espèce *Oligosphaeridium complex* (PI, figure 3). Le toit du Campanien (2064m à 1920m) se situe à la côte 1920m. Cet étage a pu être subdivisé en deux sous-étages dont le Campanien inférieur (2064m à 1944m) grâce à la dernière apparition à la côte 1944m de l'espèce *Trichodinium castanea*; PI, figure 4). Le Campanien supérieur (1944m à 1920m) lui, est identifié par une abondance de l'espèce *Xenascus ceratioïdes*; PI, figure 5). Le toit du Maastrichtien inférieur (1920 m à 1824 m) est reconnu grâce à la dernière apparition de l'espèce *Andalusiella ivoirensis*; PI, figure 6).



1



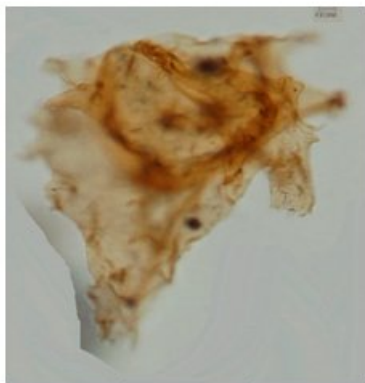
2



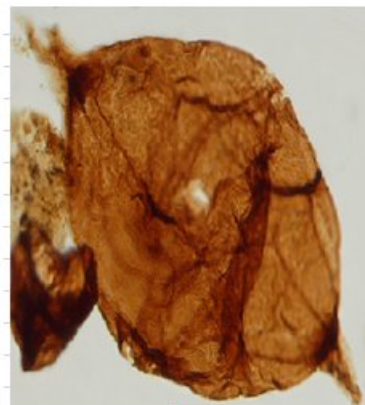
3



4



5



6

PLANCHE I : 1. *Steevesipollenites gambastis*; 2. *Tricolpites* sp, S. 427 (X21/2 ; 2250m). 3. *Oligosphaeridium* complex (S37/1 ; 2277m). 4. *Trichodinium castanea* (G30/4; 1944). 5. *Xenascus ceratioides* (H37/3; 1920), 6. *Andalusiella ivoirensis*.(V46/3 ; 1824).

4.2. Analyse quantitative et environnement de dépôt

Cette palynoflore est relativement riche et comporte 2651 dinokystes soit (46%), 2974 spores et grains de pollen (52%) et 108 basales chitinoïdes de foraminifères (microforaminifères) représentant 2%. La microflore d'origine continentale (Figure 4) est plus abondante dans la partie inférieure de l'intervalle (2400-2020m). A partir de 2020m jusqu'au sommet, s'amorce la dominance du phytoplancton algaire d'origine marine, associé aux microforaminifères. Dans cet intervalle, trois pics révèlent une influence continentale sporadique décroissante vers le haut.

La figure 4 indique une variation verticale des deux types de kystes suivant deux sous-intervalles distincts: le premier (2400m–2067m) marque l'abondance de gonyaulacoïdes au détriment des kystes péridinoïdes ; le deuxième de 2067 m jusqu'au sommet de l'intervalle d'étude, marque une diminution progressive des gonyaulacoïdes au profil des péridinoïdes. L'on en déduit trois faciès traduisant trois environnements de dépôts distincts (Figure 4) :

- Le faciès inférieur (2400 m à 2250 m) à proportion de spores et grains de pollen plus élevée par rapport à celle du phytoplancton algaire marin du CénoManien supérieur à la fin du Turonien. La matière organique est constituée d'un mélange de débris organiques de taille relativement grossière et au sein de laquelle abondent des cuticules de bois

carbonisés. La couleur de cette matière organique est orangé à marron foncé à noirâtre.

Dans ce sous-intervalle, l'on note au sein du phytoplancton une forte présence des kystes gonyaulacoïdes. L'environnement de dépôt, du fait de la prépondérance des spores et grains de pollen serait un plateau continental sous forte influence littorale.

- Le faciès intermédiaire couvre l'intervalle 2250-2067m (Sénonien inférieur) et voit le début de la baisse du taux des microflores d'origine continentale mais dans lequel continuent de dominer les kystes gonyaulacoïdes au sein du phytoplancton algaire.
- Le faciès supérieur (2067 m à 1824 m) couvre le Campanien et le Maastrichtien inférieur. Il montre une forte baisse de la proportion des spores et grains de pollen au profil du microplancton marin. La matière organique est faite de mélange de débris de petite taille, de couleur orangé à marron foncé. Ceci traduit un environnement de dépôt de type plateau continental interne à externe, confirmé par la relative abondance de la glauconite. Cependant dans ce faciès, l'on note trois pics indiquant une augmentation relative du taux des spores et grains de pollen respectivement aux côtes 2064 m, 2015 m et 1910 m. Ces pics seraient les reflets des influences littorales de faible ampleur sur le plateau continental interne.

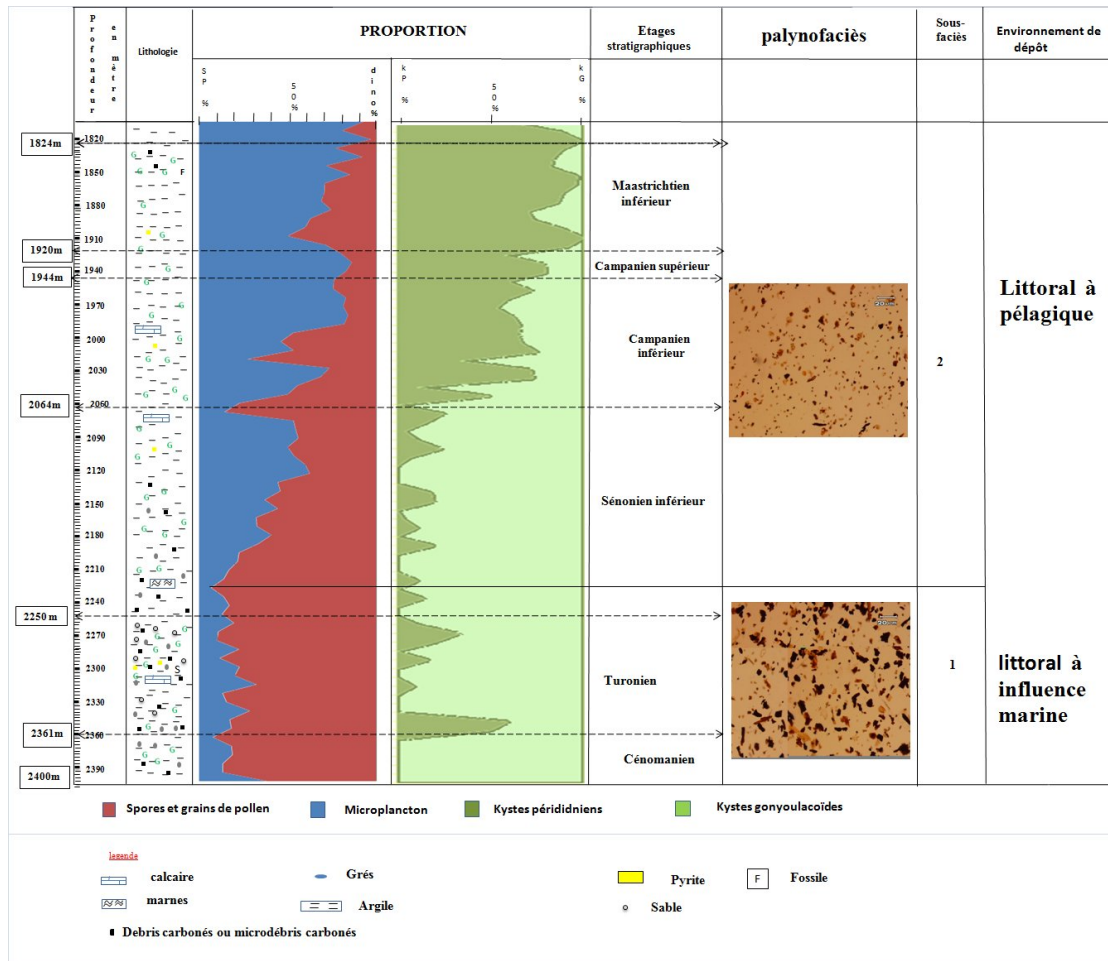


Figure 4: Synthèse lithologique, fréquences relatives des microflores et kystes de types gonyaucoloides/péridinoides et évolution des environnements de dépôt le long de l'intervalle d'étude.

5. Discussion

5.1. Echelle palynostratigraphique locale

La mise en évidence des différents étages de la zone d'étude est soutenue par des arguments palynologiques, basés sur des assemblages composés de kystes de dinoflagellés et accessoirement de spores et grains de pollen.

Le Turonien a été mis en évidence par l'association à *Tricolpites* sp S.427, comme dans le bassin sédimentaire du Sénégal d'après les

travaux de Jardiné et Magloire (1965). Aussi, l'abondance dans le Sénonien inférieur des espèces *Oligosphaeridium complex*, *Oligosphaeridium pulcherrimum* et *Florentina radiculata* est connue dans le bassin profond ivoirien grâce aux travaux réalisés sur la Ride Ghana-Côte d'Ivoire par Masure et al (1998) avec en plus, l'espèce *Xenascus gochtii*, qui est absente dans le présent travail.

Par ailleurs, l'association à *Trichodinium castanea* a permis de caractériser le Campanien inférieur tandis que *Xenascus ceratioides* est typique du Campanien Supérieur, en conformité

avec les travaux de Digbehi et al (1996) et ceux de de Masure et al (1998). Dans la sous région, les études de Fezzari et Biffi (1984) dans le bassin Anambra (Nigeria) confirment que l'association à *Xenascus ceratioïdes* caractérise le Campanien.

Le Maastrichtien inférieur a été révélé par l'assemblage à *Andalusiella ivoirensis*, très comparable à celui défini par Digbehi et al (1996) puis par Masure et al (1998).

Dans le bassin d'Anambra au Nigeria, Fezzari et Biffi (1984) ont identifié le Maastrichtien à travers une zone à *Cerodinium granulostriatum*, *Andalusiella gabonensis* et *Foveotriletes margaritae*. Malgré quelques différences notées entre les assemblages palynologiques décrits dans ce travail et ceux identifiés dans les bassins périallantiques ouest-africain (Sénégal, Ride Ghana/Côte d'Ivoire, Fossé de la Bénoué), la grande similitude des espèces identifiées traduit une ouverture effective (franche) de l'Atlantique dans le golfe de Guinée au Crétacé supérieur.

5.2. Utilisation du rapport des kystes péridinioïdes sur les gonyaulacoïdes

La proportion importante (48pc) du microplancton au sein de la microflore totale étudiée montre que le milieu de sédimentation est marin. En effet, au Crétacé, en raison du niveau relativement élevé de la mer (Fensome et al., 1996), les plateaux continentaux étaient envahis par les eaux; ce qui justifie la diversité de dinokystes observés. Et cela a été ressenti dans le bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire (Digbehi et al., 1996 ; 1997).

De nombreux travaux ont été réalisés sur le rapport des kystes péridinioïdes sur les gonyaulacoïdes (P/G) en tant qu'indicateur d'environnement de dépôt (Harland, 1973) ont été rapportés par Erlangung et al. (2001), dans une conférence inaugurale. A l'origine, les travaux de Harland (1973) indiquent que ce rapport, quand il est supérieur à 1, traduit un milieu proche de la ligne de rivage et donc à faible salinité (notamment en milieux estuariens) ; les faibles valeurs traduisant au contraire, des conditions de mer ouverte. Cependant d'autres travaux (Wall et al. 1977; Bujak, 1984; Powell et al. 1990; Lewis et al. 1990) rapportés par le même auteur, indiquent que l'augmentation des kystes péridinioïdes dans les

assemblages microplanctoniques est aussi un bon indicateur du phénomène de remontée d'eau froide (Upwelling). Ces travaux repris par d'autres auteurs ont concerné les océans atlantique et pacifique à des époques de plus en plus récentes. Il s'agit des travaux de Powell et al. (1992) portant sur une révision des phénomènes de upwelling ; de ceux de Versteegh (1994) réalisés sur les dépôts d'âge pliocène de la Méditerranée ; de Harland (1995) menés dans l'océan atlantique septentrionale; de Jaminski (1995) effectués dans les Carpathes ; de Prauss (2002) dans le bassin central de Santa Barbara en Californie du sud et de Taoufik et De Vernal (2004) effectués sur la marge pacifique ; de Chioma et Howe (2005) réalisés sur le Leg 175 au large du Cap en Afrique du sud.

Pourtant, dans la présente étude, les kystes péridinioïdes sont abondants dans la partie supérieure (Campanien-Maastrichtien inférieur), qui reflète des conditions de mer ouverte à cause de l'abondance du phytoplancton algaire (Figure 3). C'est donc un environnement où la salinité de la mer est généralement normale. Ainsi, la forte présence des kystes péridinioïdes constatée au regard des gonyaulacoïdes, peut être interprétée comme due à un phénomène de remontée (Upwelling) qui serait advenu dans le milieu de dépôt dès le début du Campanien. C'est probablement ce phénomène (upwelling) qui aurait enrichi l'eau en nutriments (comme en zone estuarienne) et qui a favorisé l'abondance des Péridinioïdes.

Au contraire, dans la partie inférieure de l'intervalle (Cénomaniens supérieur-Sénonien inférieur) qui traduit un environnement relativement plus proche du domaine littoral (vu la prédominance des spores et grains de pollen), les kystes péridinioïdes sont rares (Figure 4) dans un environnement où dominent les gonyaulacoïdes (euryhalins, c'est-à-dire qui tolèrent ou supportent les variations de salinité). Il en découle que la sédimentation allant du Cénomaniens à la fin du Sénonien a pu être réalisée sur un plateau continental interne probablement abrité, à salinité relativement élevée comme cela se produit en mer ouverte; ce qui justifie l'abondance des kystes gonyaulacoïdes euryhalins dans cet intervalle par ailleurs riche en pyrite, conséquence probable d'une faible oxygénation des fonds.

6. Conclusion

L'étude des échantillons de déblais issus du puits Dino-1x (1824m à 2400m) révèle des caractéristiques intéressantes aux plans palynostratigraphique et paléoenvironnemental.

Au plan palynostratigraphique, la microflore relativement riche a permis de mettre en évidence le Cénomanién supérieur, le Turonien, le Sénonien inférieur, le Campanien et le Maastrichtien inférieur. Ces données palynologiques ont servi de façon satisfaisante à la détermination d'un environnement de dépôt de plateau continental interne sous influence tantôt littorale (partie inférieure, 2400 m à 2230 m) tantôt de mer ouverte (partie supérieure ; 2230 m à 1824 m). L'étude du rapport des kystes péridinioïdes/gonyaulacoïdes (P/G) révèle que la sédimentation allant du Cénomanién à la fin du Sénonien a pu être réalisée sur un plateau continental interne probablement à circulation marine estreinte, à salinité relativement élevée, propice à la prolifération des gonyaulacoïdes. Au sommet de l'intervalle (Campanien-Maastrichtien) une probable remontée d'eau (upwelling) est advenue pour enrichir la mer en nutriments et favoriser l'explosion des kystes péridinioïdes.

Remerciements

Nous tenons à remercier la Direction de la PETROCI qui a accepté de nous confier cette étude.

Références citées

- Bamba K. M., Digbehi Z.B., Sombo C. B., Goua T.E & N'da L. V. (Accepté pour publication dans *Paléobiologie*).
- Châteauneuf J. J. & Reyre Y., 1974. *Eléments de palynologie. Applications géologiques. Cours de 3eme cycle en Science de la Terre*, 345 p.
- Chierici M. A., 1996. *Stratigraphy, palaeoenvironments and geological evolution of the Ivory Coast-Ghana basin* – In – Jardiné, S., Klasz I (de) & Debenay, J.P. (Eds) – *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud, Actes des colloques d'Angers, Mém. 16, ELF AQUITAINE*, 16-20 Juillet 1994, pp 293-311.
- Chioma U. U. & Francisca E. O., 2005. Neogene palaeoceanographic and palaeoclimatic events inferred from palynological data: Cape Basin off South Africa, ODP Leg 175. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* ;V. 219 (3-4), pp 199-223.
- Demchuk T. D; Dolby G; McIntyre D. J. & Suter J. R., 2008. The Utility of Palynofloral Assemblages for the Interpretation of Depositional Paleoenvironments and Sequence Stratigraphic Systems Tracts in the McMurray Formation at Surmont, Alberta - Search and Discovery Article #50061 (2008) -6p.
- Digbehi Z. B., 1987. *Etudes comparées de la sédimentation des stades d'ouverture Atlantique-Golfe de Guinée - Golfe de Gascogne. Sédimentologie, biostratigraphie. Thèse de Doctorat, univ.Pau*, 366p.
- Digbehi Z. B ; Yao K. R ; Tea Y. Y. & Boblai G., 1996. Contribution à l'étude palynologique et environnementale du Campanien et du Maastrichtien du bassin offshore de Côte d'Ivoire. *Géologie Méditerranéenne*, tome XXIII, n°2, 1996, pp. 155-171.
- Digbehi Z. B ; N'da L.V ; Yao K. R. & 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.
- Erlangung D., *Naturwissenschaftlich-mathematischen G. & Ruprecht-K.*, 2001. *Paleoenvironmental reconstruction based on palynological and palynofacies analyses of the Aptian-Albian succession in the Sergipe Basin, northeastern Brazil. Inaugural dissertation prononcée à Universität Heidelberg, vorgelegt von Biologe Marcelo de Araujo Carvalho, MSc aus Rio de Janeiro.*
- Fazzari. F. & Biffi. U., 1984. *Microfossils and Palynomorphs of ANAMBRA Basin (NIGERIA), Late Eocene to Early Senonian. AGIP*, June 1984.
- Fensome R. A ; Macrae R. & Williams G. L., 1996. *Evolution des dinoflagellés et variations de leur diversité dans le temps*, 52p.
- Jaminski J., 1995. *The mid-Cretaceous palaeoenvironmental conditions in the Polish*

- Carpathians : a palynological approach. Review of Palaeobotany and Palynology ;Volume 87 (1), pp 43-50.
- Harland R., et Howe J. A., 1995. Dinoflagellate cysts and Holocene oceanography of the northeastern Atlantic Ocean. The Holocene, Vol. 5, No. 2, 220-228.
- Jardine S., & Magloire L., 1965. Palynologie et stratigraphie du Crétacé des bassins du Sénégal et de Côte d'Ivoire. Mém. Bur. Réch. Géol., Min. Vol 32, pp. 187-245.
- Martin L., 1973. La sédimentation actuelle sur le plateau continentale de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTORM, Sér. Géol., vol. V, n°2, pp 155-120.
- Masure E; Tea Y. J., & Yao K. R. 1996. The dinoflagellate *Andalusiella*: emendation of genus, revision of species, *A. ivoiriensis* Masure, Tea and Yao, sp. nov. Review of paleobotany and palynology, n° 91, 1996, pp. 171-186.
- Masure E; Rauscher R; Dejax J; Schuler M., & Ferre B. 1998. Cretaceous–Paleocene Palynology from the Cote d'Ivoire–Ghana transform margin, sites 959, 960, 961 and 962. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 159.
- Monde S., 1997. Nouvelle approche de la cartographie du plateau continental de Côte d'Ivoire. Aspects morphologiques et sédimentologiques. *Thèse de doctorat 3^{ème} cycle*, Univ. Abidjan, n°257, 175 p.
- Moullade M ; Watkins D. K ; Oboh-ikuenobe F. E ; Bellier J.-P ; Masure E ; Holbourn A. E. L ; Erbacher J ; Kuhnt W ; Pletsch T ; Kaminski M. A ; Rauscher R ; Shafik S ; Yepes O ; Dejax J ; Gregg J. M ; Shin I. C. & Schuler M., 1998. Mesozoic biostratigraphic, paleoenvironmental, and paleobiogeographic synthesis, equatorial Atlantic. In Masle, J., Lohmann, G.P., and Moullade, M. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 159: College Station, TX (Ocean Drilling Program), 481–490.
- N'da L V ; Saint-marc P ; Klasz I. (de) & Goua T. E., 1995. Données micropaléontologiques sur le passage Crétacé- Tertiaire de Côte d'Ivoire. *Revue Espanola micropaleontologia* ; Vol.27 n°3, pp.197-152.
- Petroci & Beicip 1990. Côte d'Ivoire petroleum evaluation. Ministère des Mines, Abidjan (Côte d'Ivoire), 99p.
- Powell A. J; Lewis J. & Dodge J. D., 1992. The palynological expressions of post-Palaeogene upwelling: a review. *Geological Society, London, Special Publications*; 1992; v. 64; pp 215-226.
- Prauss L M., 2002. Recent global warming and its influence on marine palynology within the Central Santa Barbara Basin, Offshore Southern California. *Palynology*, Vol. 26, (2002), pp. 217-238.
- Reyre Y. & Tea J., 1981. Quelques dinoflagellés de la falaise de Fresco (Côte d'Ivoire) : problèmes stratigraphiques, paléontologiques et bathymétriques. 8^{ème} Coll. Afr. Micropal., Paris 1980. *Cahier de Micropaléontologie*, vol. 2, pp. 373-383.
- Saint-Marc P. & N'da V., 1997. Biostratigraphie et paléoenvironnements des dépôts crétacés au large d'Abidjan (Golfe de Guinée). *Cretaceous Research* V. 18, (4), pp. 545-565.
- Sombo B. C., 2002. Etude de l'évolution structurale et sismo-stratigraphique du bassin sédimentaire offshore de Côte d'Ivoire, marge passive entaillée d'un canyon. Thèse de Doctorat d'Etat Sc. De la Terre. Univ d'Abidjan (Côte d'Ivoire), 304p.
- Spengler A. & Delteil J. R., 1964. Le bassin secondaire et tertiaire de Côte d'Ivoire (Afrique Occidentale). Bassins sédimentaires du littoral africain – D Reyre, Ass. Serv. Géol. Afr., Paris, pp. 99-113.
- Taoufik R. & A. de Vernal., 2004. Dinocysts distribution in surface sediments from the Northeastern Pacific (40-60°N) in relation to hydrographic conditions, productivity and upwelling. Review of Palaeobotany and Palynology V. 128,(1-2), pp. 169-193.
- Tastet J. P., 1979. Environnements sédimentaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Togo, Bénin). Thèse de Doctorat d'Etat ès. Sci. Nat. ; Université de Bordeaux I, n°621, 175p.
- Tea-Yassi J ; Digbéhy Z. B ; Yao K. R. & Boblai V., 1999. Etude de quelques palynomorphes du Crétacé supérieur du bassin sédimentaire <<offshore>> de Côte d'Ivoire. Implications biostratigraphiques et paléoenvironnementales (1999). *Journal of African Earth Sciences*, Volume 29, 4, pp 783-798.