

VARIATION LATÉRALE DES FACIES BLACK SHALES A LA LIMITE CÉNOMANIEN-TURONIEN DANS LA MARGE D'ABIDJAN (BASSIN SEDIMENTAIRE DE CÔTE D'IVOIRE, GOLFE DE GUINÉE)

OUATTARA ISMAËL BEN¹, ANO NYAMEKAI FRANÇOIS D'ASSISE¹,
YAO N'GORAN JEAN PAUL¹, COULIBALY YOH NATOGOMA¹, ASSALÉ
FORI YAO PAUL¹, KOUAME ALFRED KOUASSI¹, GOUA TOKPA EM-
MANUEL², KPLOHI HERVE², DIGBEHI ZELI BRUNO¹

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

2- PETROCI, Centre d'analyse et de recherche, BP V 194 Abidjan, Côte d'Ivoire.

Correspondance, e-mail : geologueben@hotmail.fr

RESUME

Les *black shales* déposés au cours de l'Événement Anoxique Océanique II dans la marge d'Abidjan sont constitués d'une alternance de marnes, d'argilites gris sombre, feuilletées et de rares passées calcaires. Ce faciès est riche en tests de foraminifères, en calcaire et en pyrite, tandis que les débris carbonés et la glauconite sont rares. Le taux de carbonate de calcium dans ces sédiments est relativement important dans tout l'intervalle. L'environnement de dépôt est marin peu profond et réducteur avec un niveau d'énergie faible.

Dans l'intervalle Cénomanien Turonien on note aussi la présence d'un autre type de sédimentation constitué d'argilite, de sable et de grès probablement du à un changement du contexte hydrodynamique. Ces sédiments sont quant à eux pauvres en pyrite, en glauconite et en calcaire et riches en débris carbonés dont la fréquence baisse vers le sommet. L'environnement de dépôt de ce faciès est marin peu profond sous influence continentale avec un niveau d'énergie variable. Sur la marge d'Abidjan, les *black shales* sont mieux représentés à l'Ouest qu'à l'Est, avec une épaisseur qui décroît d'Ouest en Est. À l'Est, les *black shales* n'ont été observés seulement qu'à la base du Cénomanien.

Mots-Clés: *Black shale*, Cénomanien, Turonien, paléoenvironnement, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

the black shale deposited during the Oceanic Anoxic Event II (OAE II) in the margin of Abidjan is constituted of marl which alternate with clay and rare limestone layers. This facies is carbonaceous, rich in foraminifera shells and pyrite in regards to rare carbon debris and glauconite minerals. The calcium carbonate rate in these sediments is important through the entire interval. They were deposited in shallow marine environment poor in oxygen under slight energy of deposition. In the intervalle Cénomanian-Turonian we also observed another kind of sediments made of clay mineral which alternate with sand and sandstone probably due to the variation of hydrodynamic context. There are poor in pyrite, glauconite mineral and also in calcareous. The rate of carbon debris falls progressively topwards. The depositional environment of this facies is a shallow marine under continental influence with a variable energy deposit. On the Abidjan margin, black shales are better represented in the West than the East, with a thickness that decreases in the same way. In the east, the black shales were only observed at the base of the Cenomanian.

Keywords : *Black shale, Cenomanian, Turonian, paleoenvironment, Côte d'Ivoire.*

INTRODUCTION

Les événements anoxiques Océaniques (EAO) reflètent des perturbations sévères du système climatique et océanologique (SRIVASTAVA (1976); VAKHRAMEEV (1981); DOYLE et al., (1982); LIMA, (1983)). En vue d'examiner le milieu océanique profond pendant ces EAO et comprendre les fluctuations dynamiques environnementales des fonds océaniques, les sédiments qui se déposent sont un outil communément employé.

Au passage du Cénomaniens au Turonien, les EAO sont représentés par des horizons laminés, riches en matière organique d'origine marine et fortement hydrocarbonés. Ces dépôts ont reçu le nom de black shales (SCHLANGER & JENKYN (1976) ; SOUA (2005)). Les Black shales sont des sédiments à grains fins de couleur sombre avec des caractéristiques sédimentologique, géochimique et paléocéologique liées à des dépôts sous des eaux de fonds dysoxique à anoxique (TYSON, 1995).

Les black shales du Cénomaniens-Turonien déposés lors de l'événement Anoxique Océanique (SCHLANGER & JENKYN (1976)) ont été nommés : Horizon Bahloul en Tunisie (BUROLLET et al., (1978)), Livello Bonarelli en Italie (JENKYN (1980); ARTHUR & PREMOLI SILVA (1982)) et Niveau Thomel dans le domaine subalpin français (CRUMIERE (1989); BREHERET & CRURNIERE (1989)). Elles sont constituées de marnes sombres laminées qui alternent soit avec la silice (Livello Bonarelli), soit avec des calcaires (Horizon Bahloul et Niveau Thomel).

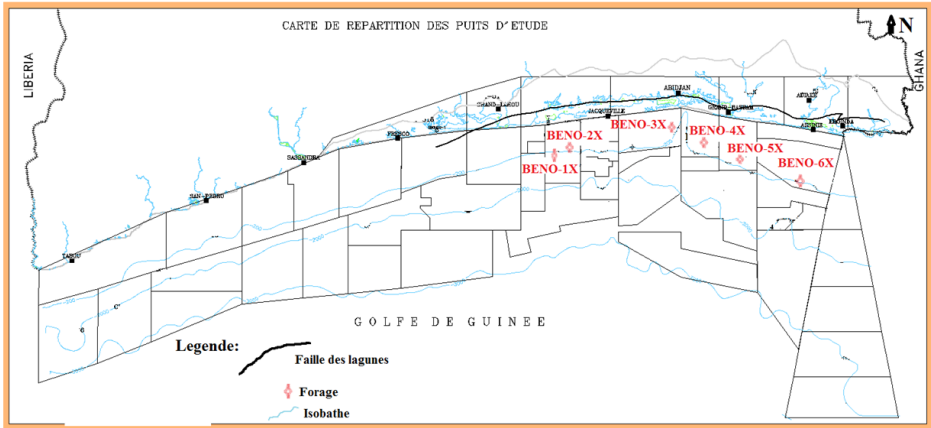
En Côte d'Ivoire, les travaux de SAINT-MARC & N'DA (1997); DIGBEHI et al., (2011) BAMBA et al., (2011), KOUASSI (2013), KESSE (2016) réalisés sur l'intervalle Cénomaniens et Turonien ont mis en évidence la présence de quatre types d'horizons (argile et marne sombres et feuilletées, sable et grès). KOUASSI (2013) a rattaché ces horizons aux black shales et par conséquent à l'EAO.

La présente note souligne une variation de faciès au sein des dépôts du Cénomaniens et du Turonien, propose une description plus fine des black shales tout en analysant leur extension spatiale et temporelle dans la marge d'Abidjan.

Les échantillons provenant de six forages nommés Beno-1X à Beno-6X, implantés sur cette marge, dans le bassin sédimentaire ivoirien (figure 1, tableau I) ont fait l'objet de traitements et d'études sédimentologiques (lithologie, minéralogie et calcimétrie).

Tableau I: Coordonnées des sites d'implantation des puits

FORAGE	LATITUDE	LONGITUDE	PROFONDEUR
Beno-1X	5°0'0.83"N	4°40'58.40"W	64 m
Beno-2X	5°1'46.88"N	4°40'42.00"W	143 m
Beno-3X	5°7'3.94"N	4°2'21.27"W	530 m
Beno-4X	5°4'41.43"N	3°52'11.95"W	331 m
Beno-5X	4°59'58.40"N	3°38'33.38"W	247 m
Beno-6X	4°49'20.24"N	3°15'19.44"W	732 m

**Figure 1:** Carte de localisation des puits d'étude

II- Cadre géologique et structural du bassin sédimentaire de cote d'ivoire.

Le bassin sédimentaire côtier de la Côte d'Ivoire est d'âge secondaire-tertiaire formant une mince frange littorale dont la plus grande partie est immergée. Ce bassin résulte de l'ouverture de l'Atlantique sud au Crétacé inférieur (DIGBEHI (1987); CHIERICI (1996); SOMBO (2002); BAMBA et al., (2011); DIGBEHI et al., (2012)) et son histoire géologique comporte quatre phases principales : (i) une phase de rifting (Barrémien-Albien) à sédiments margino-fluviatiles; (ii) une phase de début d'expansion océanique marquée par des transgressions marines franches (Cénomanien-Sénonien inférieur) qui ont permis le dépôt de calcaires à calcisphères et qui vont s'éroder au Sénonien inférieur; (iii) une phase d'expansion active et de subsidence (Campanien-Maastrichtien) qui dépose en transgression, des argiles marines franches sur des surfaces d'érosions affectant par endroits le Cénomanien; (iv) une phase d'expansion maximale au cours du Tertiaire, durant laquelle survient une importante phase régressive qui dure de l'Eocène supérieur à l'Oligocène.

Ce bassin sédimentaire d'âge secondaire-tertiaire est constitué d'une partie terrestre et d'une partie immergée. La présente étude porte sur le bassin offshore qui n'est généralement connue que grâce aux forages pétroliers. Il est large de 80 à 150 km pour des profondeurs d'eaux excédant parfois les 3 000 m. L'offshore Ivoirien est subdivisé en deux marges à savoir (PETROCI et BEICIP, 1990) : (a) la marge de San Pedro (Figure 2) qui s'étend depuis la limite maritime Côte d'Ivoire-Liberia à l'Ouest jusqu'à la ville de Grand-Lahou et (b) la marge d'Abidjan qui constitue la partie orientale du bassin offshore. Cette marge est entaillée au niveau d'Abidjan par un important canyon : le « Trou-Sans-Fond » qui débute au ras de la côte et atteint une profondeur de 1000 m au niveau du talus. Il se termine dans la plaine abyssale à environ 4000 m de profondeur (AKA, 1991). Le talus est relativement abrupt avec des pentes variant entre 5 et 7% (TASTET et al., 1993).

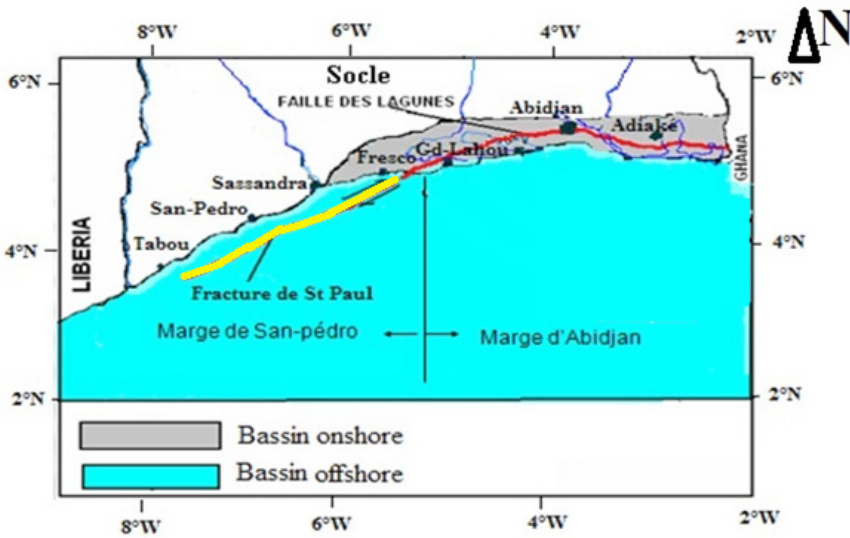


Figure 2: Bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire (PETROCI et BEICIP, 1990)

III- Matériel et méthodes d'étude

Une centaine d'échantillons de déblais de six forages ont fait l'objet d'études sédimentologiques fondées principalement sur la description lithologique, minéralogique et calcimétrique des sédiments analysés.

Les échantillons ont été lavés sur deux tamis de mailles décroissantes (125µm et 63µm), séchés à l'étuve puis étudiés à la loupe binoculaire. Les pesées des essais avant et après le lavage ont permis d'apprécier le taux d'argile dans chacun des échantillons et d'en affiner la description lithologique.

Les débris carbonés et des minéraux accessoires tels que la glauconite, la pyrite ont été inventoriés sous une loupe binoculaire pour une interprétation paléoenvironnementale.

L'analyse calcimétrique a consisté à prendre 1 gramme de chaque échantillon broyé qui a fait l'objet de traitement selon la méthode du calcimètre Bernard pour la détermination du taux de carbonate de calcium (CaCO_3).

IV- Résultats

La figure 3 indique une corrélation synthétique des logs lithologiques des horizons rencontrés dans les forages étudiés dans l'intervalle Cénomanien Turonien.

Les faciès à black shales du bassin ivoirien sont observés dans les forages Beno-1X, Beno-2X et à la base des dépôts des forages Beno-3X et Beno-5X. Ils sont représentés par une entité lithologique constituée d'une alternance de marnes, d'argilites gris sombre, feuilletés et de rares passées calcaires.

Ces sédiments se sont déposés dans un environnement riche en foraminifères et en pyrite, tandis que les débris carbonés et la glauconite sont rares.

Le taux de carbonate de calcium dans ces sédiments est relativement élevé (30% en moyenne) dans tout l'intervalle d'étude, et serait dû à la présence des tests de foraminifères. Ce taux baisse progressivement de la base au sommet en même temps que celui des tests.

Le dépôt de sédiments fins de ce faciès traduit une faible énergie de courant lors de leur dépôt. La couleur sombre et la présence de pyrite suggèrent un environnement confiné (pauvre en oxygène). L'aspect feuilleté de ces sédiments marque une absence de bioturbation donc de vie sur les fonds océaniques. La présence de marnes et même de calcaire montre un environnement de dépôt relativement peu profond.-

La richesse en tests pourrait traduire une thanatocénose de foraminifères de la tranche d'eau photique, marquant ainsi le signe d'une crise biologique ayant décimé la forte population qui existait dans les eaux à cette époque. Cette composition a permis de qualifier ces dépôts de black shales.

Les black shales ainsi décrits se sont déposés en lambeau de manière sectorielle dans le bassin ivoirien. En effet ils sont plus représentés à l'Ouest qu'à l'Est. D'Ouest en Est une variation du système hydrodynamique aurait engendré un changement vertical et horizontal de faciès aboutissant à un autre type de dépôt plus

abondant que les black shales dans l'intervalle Cénomanién Turonien et constitué d'une alternance d'argilite, de sable et de grès à ciment calcaire qui sont ici identifiés dans les forages Beno-4X, Beno-5X, Beno-6X et dans la partie supérieure de Beno-3X (figure 3).

Ce type de dépôts comporte peu ou pas de pyrite, de la glauconite au sommet de l'intervalle et rarement à la base. Le taux de carbonate de calcium dans ces sédiments est généralement faible présentant de rares pics au niveau des grès du forage Beno-4X.

Ces faibles taux sont probablement dus à la présence d'argilite légèrement calcaire tandis que les pics s'expliquent par la présence d'un ciment calcaire dans les grès. L'alternance argilite, sable et grès traduit une variabilité de l'énergie du courant lors du dépôt de ces couches. La rareté de la pyrite suggère que l'environnement de dépôt est relativement oxygéné, tandis que celle des tests évoque une faible productivité primaire.

On observe une évolution spatiale et temporelle de faciès probablement due au contexte hydrodynamique. En effet à l'Ouest d'Abidjan, les black shales se sont déposés dans un environnement stable de faible énergie, permettant une ségrégation, voire une décantation des particules en suspension dans le beau de mer et leur sédimentation dans un milieu peu mouvementé à faible courant de fond. Puis à l'Est les dépôts évoluent latéralement et/ou verticalement pour donner naissance à des dépôts à faciès chaotique (plus détritique) lorsque les conditions du milieu changent. Ainsi, à l'Est d'Abidjan, les black shales sont retrouvées localement et en lambeaux dans le Cénomanién. Aussi sont-elles remplacées ou surmontées par une alternance argilite, sable et grès.

Le changement de faciès se fait progressivement et peut donc s'expliquer par une perturbation progressive des conditions hydrodynamiques du milieu de dépôt.

V- DISCUSSION

Les résultats sédimentologiques ci-dessus seront discutés non seulement avec ceux précédemment acquis sur les sédiments du Cénomanién et du Turonien dans le bassin ivoirien par des auteurs comme DIGBEHI (1987), PETROCI & BEICIP (1990), SOMBO (2002), PETROCI (2005), BAMBA et al., (2011), et KOUASSI (2013) mais aussi avec ceux des régions du globe dans lesquelles les black shales ont été mis en évidence (PREMOLI SILVA et al., 1999 ; BUROLLET et al., (1954) ; BUROLLET (1956) ; CRUMIERE (1989); BREHERET & CRURNIERE (1989) et FERRY et al., (2003)).

V.1- Cénomanién

Les dépôts du Cénomanién se composent essentiellement de marnes, d'argilites, de sables et de grès dans le bassin ivoirien. BAMBA et al., (2011) ; KOUASSI (2013) ; KESSE (2016) n'ont observé que des argiles feuilletées sombres dans cet étage.

SOMBO (2002) a soupçonné à l'Ouest d'Abidjan, la présence de sédiments de type argile, silt, shale ou carbonate, déposés dans un environnement stable de faible énergie ; ce qui est conforme aux résultats obtenus dans cette étude. A l'Est d'Abidjan, dans les formations du Cénomanién, KOUAME (2011) a mis en évidence une alternance d'argilites, sables et grès.

Ces auteurs, hormis KOUASSI (2013) qui a décrit ces formations comme étant des black shales, n'ont fait que les mentionner et les décrire sans les rattacher aux événements anoxiques océaniques.

Dans le présent travail, une variation de faciès probablement due à un changement dans le régime du courant a été observée au sein des sédiments de l'intervalle Cénomanién Turonien. Ainsi, les dépôts constitués d'une alternance de marnes, d'argilites feuilletées et sombres, de calcaires et parfois de dolomite ont été rattachés aux événements anoxiques océaniques. Elles constituent par conséquent les black shales de Côte d'Ivoire et ont été repérés majoritairement à l'Ouest d'Abidjan où elles sont, au sein du groupe 2 : formation 1.2. (PETROCI, 2005).

La plupart des black shales rencontrés dans le monde sont constitués de marnes feuilletées et sombres qui alternent avec un autre type de sédiments. En effet en Italie, le niveau Bonarelli ou Livello Bonarelli mesurant approximativement 1,5 m correspond à des alternances de marnes noires (black shales) et de couches siliceuses riches en radiolaires (PREMOLI et al., 1999).

En Tunisie, l'entité lithologique est essentiellement formée d'alternances marno-calcaires. Les calcaires étant laminés, cartonnés, de texture micritique, noirâtres ou blanchâtres et se débitant en plaquettes et des marnes aussi feuilletées et noirâtres ont été attribuées à la « Formation Bahloul » ou « Horizon Bahloul » (BUROLLET et al., (1954) , BUROLLET (1956) et constituent les black shales.

Les sédiments à caractères hemipélagiques principalement constitués d'alternances métriques de marnes et de calcaires micritiques constituent le Niveau Thomel (black shales) dans le domaine subalpin français (CRUMIERE (1989); BREHERET & CRURNIERE (1989) , FERRY et al., (2003).

De ce qui précède il paraît donc évident que les horizons marno-argileux de cette étude sont belles et bien des black shales. Par ailleurs, la différence de dépôts entre l'Ouest et l'Est d'Abidjan ainsi présentée est une conséquence directe de l'ouverture de l'Atlantique dans le Golfe de Guinée septentrional indiquant des formations de mer plus profonde à l'Ouest qu'à l'Est, polarité signalée par DIGBEHI (1987).

La présence de pyrite, de débris carbonés et de glauconite dans les sédiments du Cénomaniens avait déjà été signalée dans les travaux de BAMBA et al., (2011) et KOUASSI (2013), traduisant un dépôt en milieu marin peu profond et réducteur au cours du Cénomaniens.

V.2- Turonien

Au Turonien, les sédiments étudiés sont des marnes qui alternent avec des argilites feuilletées et sombres et de fines passées de calcaire à l'Ouest d'Abidjan. Ils sont progressivement remplacés à l'approche d'Abidjan et à l'Est par d'épais bancs d'argilites comme l'avaient signalés PETROCI & BEICIP (1990) et KOUAME (2011).

Cependant on note une alternance d'argilite avec des fines passées de sables et de grès. Les formations marneuses n'ont pas été retrouvées dans le Turonien des puits situés à l'Est d'Abidjan. Cette absence traduit que le milieu calme qui a prévalu au dépôt des formations de l'Ouest est devenu plus agité à l'Est, en régime turbulent probablement lié à la proximité des côtes sous influence de mouvements eustatiques et d'apports fluviaux.

Par ailleurs, DIGBEHI (1987) indique une polarité Ouest-Est de l'ouverture de l'Atlantique dans le golfe de Guinée septentrional. Cette polarité a dû, induire une sédimentation plus profonde et plus fine à l'Ouest et relativement plus grossière vers l'Est.

L'épaisseur du Turonien est difficile à déterminer vu qu'il est lenticulaire. Cependant lorsqu'il est présent, son épaisseur varie entre 20 à 200 m (plus épais au tour du trou sans fond à Abidjan).

Les formations marno-argileuses (black shales) de l'ouest contiennent des foraminifères planctoniques et benthiques, de rares débris carbonés, de la glauconite et de la pyrite tandis qu'à l'est, l'alternance argilite sable et grès contient de rares foraminifères, quelques débris carbonés et de rares glauconites et pyrites. Cela suggère à l'Ouest un dépôt dans un environnement marin relativement profond et anoxique quand, à l'Est, subsiste un environnement marin relativement oxygène et peu profond. Ainsi les black shales observés à l'Ouest sont absents à l'Est. La distribution est donc sectorielle et l'Ouest en est plus pourvu.

L'évènement anoxique est généralement décrit dans l'intervalle Cénomaniensupérieur-Turonien inférieur (HERBIN et al., (1985); KUHNT et al., (1986); THUROW & KUHNT, (1986); SCHLANGER et al., (1987); ARTHUR et al., (1987)). Cependant en Côte d'Ivoire l'anoxie, dans la zone ouest (Beno-1X et Beno-2X), ne s'est pas estompée du Cénomaniens au Turonien tandis qu'à l'Est, elle s'est manifestée singulièrement au Cénomaniens.

Dans le bassin Vocontien (France), une succession de faisceaux métriques d'alternances calcaire-marne hémipélagique à pélagique (CRUMIERE (1989); BREHERET & CRURNIERE (1989) Ferry et al., (2003), PORTHAULT (1978)) constituent les black shales. Ces types de sédiments sont observés dans le présent travail. Ainsi les black shales du bassin Vocontien sont de nature comparable à ceux du bassin ivoirien c'est-à-dire sombres et laminés, caractéristiques des dépôts accumulés lors des évènements anoxiques (SCHLANGER & JENKYNS (1976), JENKYNS (1980); ARTHUR & PREMOLI SILVA (1982), BREHERET & CRURNIERE, (1989).

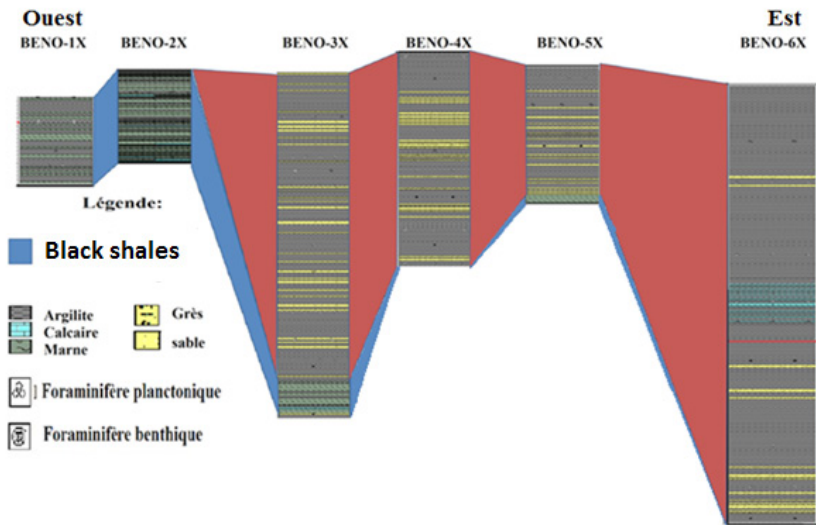


Figure 3: Profil de corrélation lithologique des puits étudiés

CONCLUSION

L'intervalle Cénomaniens Turonien du bassin ivoirien révèle une présence de black shale assimilés à l'entité lithologique essentiellement formée d'alternances marno-argileuses. Ce sont des marnes de couleur gris sombre, brun clair à noir brunâtre avec des laminations blanches, massives à subfissiles, contenant de la pyrite et de rares débris carbonés.

Ces marnes alternent avec des argilites non à légèrement calcaires, massives à subfissiles, de couleur gris noirâtre à gris olive, parfois gris moyennement sombres.

Le calcaire est gris jaunâtre, modérément induré présent en très fines passées. Au cours de la sédimentation des black shales en Côte d'Ivoire, l'énergie de dépôt était faible, dans un environnement de dépôt marin anoxique relativement profond. Aussi sont-ils repartis de manière sectorielle. Ainsi dans la partie ouest de la marge d'Abidjan, ils sont mieux représentés et parfois couvre l'intervalle allant du Cénomaniens au Turonien. Quand à l'Est on ne les retrouve que rarement et au Cénomaniens. On déduit un biseautage des horizons à black shales dans le bassin de Côte d'Ivoire.

REMERCIEMENTS

Nous voudrions adresser nos remerciements à la Direction du Centre d'Analyses et de Recherche de PETROCI.

RÉFÉRENCES

- AKA K. (1991). La sédimentation quaternaire sur la marge de la Côte d'Ivoire : essai de modélisation. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Univ. Abidjan, n° 146, 320 p.
- ARTHUR M.A. & PREMOLI S.I. (1982). Development of widespread organic carbon-rich strata in the Mediterranean Tethys. In : Nature and origin of Cretaceous carbon-rich facies; Schlanger S.O. and Cita M. B. (Eds), Academic Press, London: 7-54.
- ARTHUR M.A., SCHLANGER S.O. & JENKYN H.C. (1987): The Cenomanian-Turonian Oceanic Anoxic Event, II. Palaeoceanographic controls on organic matter production and preservation. In: J. Brooks & A. J Fleet., edits marine petroleum source rock. Geological society special publication, v. 26, p. 401-420.
- BAMBA M.K., DIGBEHI Z.B., SOMBO B.C., GOUA T.E. et 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*, Genève, 30 (1) : 1-11.
- BREHERET J.G. & CRUMIERE J.P. (1989): Organic-rich episodes in the Mid Cretaceous (Aptian to Turonian) pelagic realm of the Vocontian Basin (SE France). *Geobios*, Lyon, memo spec. N° 11, Coll. : «Les événements de la partie moyenne du Crétacé (Aptien II Turonien)», Lyon 1987, pp. 205-210.
- BUROLLET P.F., MUGNIOT J.M. & SWEENEY P. (1978): The Geology of the Pelagian Block: the margins and basins of southern Tunisia and Tripolitania. In NAIRN A.E.M., KANES W.H. & STEHLI F.G. Eds ., The ocean basins and margins-Plenum Press, New York, n° 4B, pp. 331-359.

- CARON M., ROBASZYNSKI F., AMEDRO F., BAUDIN F., DECONINCK F., HOCHULI P., PERCH-NIELSEN K., TRIBOVILLARD N.** (1999): Estimation de la durée de l'événement anoxique global au passage Cénomanien/Turonien. Approche cyclostratigraphique dans la formation Bahloul en Tunisie central. Bulletin de la Société Géologique de France, 170 : p 145-160.
- CHIERICI A.** (1996): **Stratigraphy, paleoenvironments and geological evolution of 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'Anger (16-20 juillet 1994).** Mémoire Elf Aquitaine, 16 : 293-304.
- 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: 366p.
- DIGBEHI Z.B., OUFFOUET K. B., SOMBO B. C., YAO N. J.P.** (2011): Biostratigraphic analysis and Paleoenvironmental reconstruction of Cenomanien-Turonien boundary in Côte d'Ivoire onshore sedimentary basin, West Africa. International Multidisciplinary Journal, Ethiopia, 5 (6) : 361-380.
- DOYLE J. A., JARDINE S. et DOERENKAMP A.** (1982): Afropollis, a new genus of early Angiosperm pollen, with notes on the Cretaceous palynostratigraphy and edits., Marine Petroleum source rocks. Geological Society Special Publication, v. 26, p. 401-420.
- HARDENBOL J. HAQ B.U., & VAIL P. R.** (1987): Chronology of fluctuating Sea-levels since the Triassic. Sciences, 235, 1156-1167.
- HERBIN J.P., MONTADERT L., MÜLLER C., GOMEZ R., THUROW J. et WIEDMANN J.** (1986): Organic-rich sedimentation at the Cenomanian Turonian boundary in oceanic and coastal basins in the North Atlantic and Tethys. Geological Society of London, Special Publication, 21: pp 389-422.
- JENKYN, H. C.** (1980): Cretaceous anoxic events: from continents to oceans. Journal of the Geological Society, London, 137: 171-188.
- KESSE T.M.** (2016) : caractérisation lithologique, micropaléontologique et paléoenvironnementale des intervalles Cénomanien et Turonien des puits A1 a A9 du bassin sédimentaire immergé de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université Felix Houphouët Boigny, 183 p.
- KOUAME L. N** (2011): marge continentale de Côte d'Ivoire : Etude tectono-stratigraphique et des vitesses de propagation des ondes sismiques. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny, 276 p.
- KOUASSI A.K, N'GORAN J.P.Y., GOHA R.B., DIGBEHI Z.B, BAMBA M.K., GOUA E.T, KOUADIO C.Y** (2013) : Essai de caractérisation micropaléontologique et paléoenvironnementale et mise en évidence de l'EAO2 à l'interface Cénomanien/Turonien (C/T) dans le bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest. Revue. Ivoir. Sci. Technol., 21&22 (2013) 95 – 118.
- KUHNT W., THUROW J., WIEDMANN J. & HERBIN J.P.** (1986): Oceanic anoxic conditions around the Cenomanian-Turonian boundary and the response of the biota. Mitt Geol.-Palaont. /nst., n° 60, pp. 205-246.

- LIMA M.R.** 1983: Paleoclimatic reconstruction of the Brazilian Cretaceous based on palynological data. *Revista Brasileira de Geociências* 13, 223-228.
- N'ZOUSSI-MBASSANI P.** (2003). Le Cénomano-Turonien de l'Atlantique nord (bassin du Sénégal): environnement de dépôt et évolution diagénétique: implications pétrolières. Thèse de Doctorat, Université d'Orléans ; 238 p.
- PETROCI** (2005) : Foraminifères planctoniques : Etude du passage Albien-Cénomaniien Rapport interne. Nombre de page
- PETROCI et BEICIP F.** (1990) : Côte d'Ivoire petroleum evaluation. Ministère des mines, Abidjan (Côte d'Ivoire), rapport promotionnel, 99p.
- PORTHAULT B.** (1978) : Paléogéographie et répartition des facies au Cénomaniien dans le bassin rhodano-vocontien. - *Géol. Méditerranéenne*, n° 1, pp. 173-182.
- SAINT-MARC P., et N'DA L. V.** (1997) : Biostratigraphie et environnements des dépôts crétacés au large d'Abidjan (Golfe de Guinée). *Cretaceous Research*, 18, pp.545-565.
- SCHLANGER S. O & SCHOLLE P.** (1987): The Cenomanian- Turonian Oceanic Anoxic event. The stratigraphy and distribution of organic carbon-rich beds and the marine $\delta^{13}C$ excursion. In : *Marine petroleum source rocks*. Brooks J. and Fleet, A. J. (Eds). Geological Society of London, Special Publication, 26: pp.371-399.
- SCHLANGER S. O. et JENKYN H. C.,** (1976): Cretaceous oceanic anoxic events : causes and conséquences. *Géologie en Mijnbouw*, 55, n° 3-4, p. 179-184.
- SOMBO B. C** (2002) : Etude de l'évolution structurale et sismo-stratigraphique du bassin sédimentaire off-shore de Côte d'Ivoire, marge passive entaillée d'un canyon. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Université de Cocody, 305 p.
- SOUA .M.** (2005) : Biostratigraphie de haute résolution des foraminifères planctoniques du passage Cénomaniien-Turonien et impact de l'événement anoxique EAO II sur ce groupe dans la marge sud de la Théthys, exemple: région de Jerissa et Bargou. Mastère. Univ de TUNIS El Manar, 71p.
- SRIVASTAVA, S.K.** (1976) : The fossil pollen genus *Classopollis*. *Lethaia* 9, 437-457.
- TASTET J.P., MARTIN L. et AKA K.** (1993): Géologie et environnements sédimentaires de la marge continentale de Côte d'Ivoire. In P. Le Loeuff, E. Marchal, J.B. Amon Kothias (Ed). *Environnements et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire*, Tome 1. Le milieu marin, Editions de l'ORSTOM, Paris, pp. 23 – 61.
- THUROW .J & KUHN W.** (1986): Mid-Cretaceous of the Gibraltar Arch Area. In : SUMMERHAYES C.P. & SHACKLETON N.J. Eds., *North Atlantic palaeoceanography*. - Geological Society of London. Oxford, Spec. Publ. n° 22, pp 423-445.
- VAKHRAMEEV, V.A.** (1981): Pollen *Classopollis* indicator of Jurassic and Cretaceous climates. *The Paleobotanist* 28/29, 301-307.