

Chimiostratigraphie des formations de l'Albien au Sénonien inférieur par les éléments majeurs : environnements de dépôts et sources pourvoyeuses (puits LEO-1X et LEO-2X du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire).

Kokoa C M. R¹, Goua T. E³, Assale Y. F. P¹, Allialy M. E², Affian K¹,
Coulibaly A. S¹., Fofana B³., Ahientio H³

¹(Géosciences marine et sédimentologie/Université Félix Houphouët Boigny/ Côte d'Ivoire)

²(Géologie du socle et métallogénie /Université Félix Houphouët Boigny/ Côte d'Ivoire)

³(Société Nationale d'Opérations Pétrolières/Centre d'analyse et de recherche/ Côte d'Ivoire)

Corresponding Author: Kokoa C M. R

Abstract: This study was performed on one hundred and twenty-five (125) samples from the LEO-1X and LEO-2X wells. These wells are located in the Abidjan margin in Eastern part of the Ivorian offshore basin. Chemical analyzes were performed on these samples, the purpose of which is to contribute to the determination of depositional environments and the source of sediment from Albien to the lower Senonian of these dating wells. In these analyzes, a number of results were obtained. The ratios of the different major elements (K / Al, Mg / Al, Fe / Al, Ti / Al and Mn / Al) reveal two mega-sequences (MS1 and MS2) in the established chemostratigraphy. The boundary between the two sequences limit corresponds to the Albo-Cenomanian discordance in the Ivorian sedimentary basin. Megasquence 1 (MS) characterizes Albien sediments from the LEO-2X well that have been deposited in a marine proximal to continental environment. The sediments consist of a detrital flow deduced from the evolution of the concentrations of the indicator elements of the terrigenous material that are K and M. The Megasquence 2 (MS2) which leaves from the Cenomanian to the lower Senonian characterizes a marine environment shallow to deep marked by the decrease of detrital flow. According to the A-CN-K and CIA (Fedo et al., 1995) diagrams, the MS1 sediments have a basaltic, andesitic, and granodioritic source and those of MS2 have a basaltic source.

Keywords: Chemostratigraphy, characterization, major elements, offshore basin, Lower Albien-Senonian, Ivory Coast.

Date of Submission: 20-10-2019

Date of acceptance: 03-11-2019

I. Introduction

La chimiostratigraphie peut être définie comme une technique de corrélation basée sur des données de la géochimie inorganique. Elle présente les avantages d'être appliquée à des sédiments de toute matière et de tous âges dans n'importe quel endroit et quelque soit le type d'environnement de dépôt. On pense que l'eau de mer a connu au cours des temps géologiques des variations physico-chimiques qui restent enregistrées dans les roches sédimentaires. Elle est donc en étroite collaboration avec la minéralogie stratigraphique au regard de l'influence des minéraux sur les coefficients de partage des éléments chimiques ainsi que des fractionnements isotopiques. Des études récentes dans le bassin offshore ivoirien ont mis en évidence les impacts de la crise biologique intermédiaire du Cenomanien-Turonien dans le bassin ivoirien (Ouattara, 2017). Ces impacts ont surement une implication géochimique qui se retrouve enfouie dans les sédiments. C'est dans l'ébauche d'une recherche scientifique sur les caractéristiques géochimiques des sédiments du bassin sédimentaire offshore ivoirien que nous proposons cette étude. Elle consiste, à partir des éléments majeurs, à établir la chimiostratigraphie des formations sédimentaires Albo-sénonien inférieur des puits LEO-1X et LEO-2X (Fig.1). Son objectif est de contribuer à une meilleure connaissance de la géochimie des sédiments de l'Est de la marge d'Abidjan.

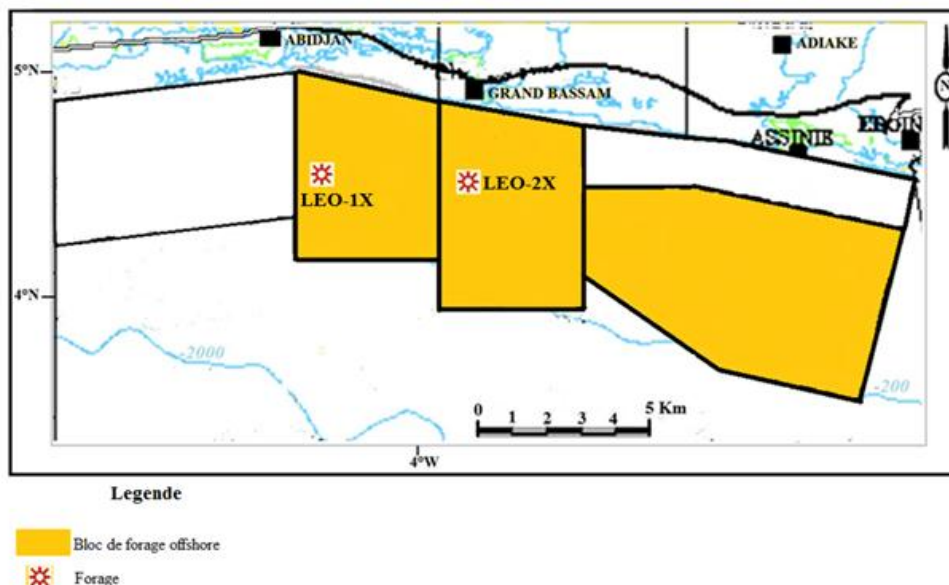


Fig. 1: Situation des forages (LEO-1X et LEO-2X) dans le bassin sédimentaire ivoirien

II. Materiel Et Methode

Dans ce travail, l'analyse chimiostratigraphique a consisté à établir des rapports entre les différents éléments chimiques (Si, Ca, Al) afin de déterminer la lithologie et l'environnement de dépôt des sédiments. Avant l'analyse proprement dite, les échantillons subissent un traitement physique. Pour ce traitement, 4 g d'échantillon sont prélevés et lavés à l'eau et/ou dichloro-méthane (DCM) en vue d'éliminer la boue de forage et d'éventuelles traces d'huile. Une fois les échantillons ont été lavés et séchés, un tri est effectué afin de sélectionner les morceaux de roches argileuses se présentant sous forme de plaquette dans les déblais de forage. Il peut arriver que différents types de fragments de roches argileuses (coloration différente) cohabitent dans le même déblai. Dans ce cas, le tri se fera sur chacune des lithologies du même échantillon. Le traitement physique consiste en un broyage de chaque lithologie dans un mortier en agate ou au vibrobroyeur à bille. La poudre obtenue est emballée dans les mini-grippes et étiquetée. A la fin de chaque broyage d'échantillon, le mortier et le pilon en agate (la bille et des cartouches en aluminium) sont soigneusement nettoyés avec des jets d'une solution d'acide fluorhydrique (HF) à 10% pour éviter toute contamination. Des jets d'eau distillée sont ensuite appliqués pour neutraliser l'acidité résiduelle. Après le broyage, l'échantillon est mélangé à 1g de liant de type CEREON et le tout est comprimé sous une pression de 15 tonnes pour former des pastilles de 33 millimètres de diamètre. Pour la détermination des caractéristiques chimiques des échantillons, les pastilles obtenues pour chaque échantillon sont analysées au XRF (spectrométrie de fluorescence X) après la stabilisation de l'appareil à partir de l'analyse du standard (la pastille standard). Chaque échantillon est analysé en 15 mn. Au terme de l'analyse, on obtient les proportions des éléments majeurs et traces pour chaque échantillon.

III. Résultats

III.1.Zonation chimiostratigraphique des forages LEO-1X et LEO-2X

L'inversion des courbes d'évolutions des rapports d'éléments chimiques clés a été l'un des premiers critères d'identification des séquences sédimentaires et leurs limites respectives. A ce critère, est associée l'évolution des rapports K/Al ; Mg/Al ; Ti/Al ; Fe/Al ; et Mn/Al dont la hausse des valeurs, dans le sens de la sédimentation, suivie d'une brusque chute de ces valeurs corrobore le passage d'une séquence à une autre.

III.1.1.Détermination des environnements de dépôts

La chimiostratigraphie permet de distinguer deux méga-séquences nommées MS1 (première méga-séquence) et MS2 (deuxième méga-séquence). La MS1 n'est présente que dans le puits LEO-2X. Elle est caractérisée par des teneurs en potassium qui varient de 0,1 à 0,14 avec une moyenne de 0,11 pour un maximum de 0,14; ce pour le rapport K/Al. Les signatures en magnésium (MgO), en manganèse (Mn) et également en fer (Fe) par rapports à l'aluminium suivent la tendance du potassium avec des teneurs comprises entre 0,1 et 0,15 pour Mg/Al, des teneurs comprises entre 0,005 et 0,01 pour Mn/Al, et entre 0,52 et 0,74 pour le fer. La MS2 est quant à elle présente dans les deux puits. Elle est caractérisée par une chute brusque des teneurs en potassium, magnésium, manganèse et fer par rapport à l'aluminium et une brusque augmentation des teneurs en titane par rapport à l'aluminium. Pour le rapport K/Al, les teneurs en potassium sont comprises entre 0,09 et 0,03. Les rapports en magnésium (MgO), en fer (Fe), suivent la tendance du potassium avec des teneurs comprises entre

0,49 et 0,30 pour Fe/Al, 0,97 et 0,1 et 0,06 pour Mg/Al. La détermination de l'environnement de dépôts est basée sur la variation des rapports K/Al ; Mg/Al ; Mn/Al et Fe/Al (figure 2 et 3). Les sédiments de la MS1 sont caractérisés par des teneurs élevées en potassium, magnésium, manganèse et fer par rapport à l'aluminium et des teneurs basses de titane par rapport à l'aluminium. L'aluminium (Al) est un élément chimique commun aux argiles. Le potassium (K) sous forme de K_2O , est également associé aux argiles. Les concentrations de ces éléments sont influencées principalement par l'abondance et la distribution de l'illite, smectite et du mica, à un moindre degré et des feldspaths potassiques Pearce et al., (2005). Le potassium (K) est un élément qui passe vite en solution en milieu aquatique. Il peut être lessivé quand les feldspaths potassiques sont altérés, mais la plupart du K dissout pourrait être absorbé et fixé dans des minéraux secondaires (Weaver, 1967, in Wei et al., 2003). Cela explique le fait que les produits d'altération, c'est-à-dire, les minéraux secondaires, généralement ont de grande concentration en K que les roches mères parentales selon Peuraniemi et Pulkkinen (1993), in Wei et al., (2003). Les teneurs en potassium, et magnésium par rapport à l'aluminium sont élevées dans les sédiments de la MS1. Ces valeurs permettent de soupçonner que ces éléments sont très présents dans le cortège chimique de départ et donc que la source détritique serait potassique. Les rapports de K/Al sont inférieurs à 0,25 ; cela indique que les sédiments d'origine de la MS1 sont riches en argile et confirment davantage l'environnement de dépôt proximal au niveau de cette méga-séquence.

De plus, le rapport K/Al est utilisé pour modéliser la proportion de kaolinite, de feldspaths potassiques, d'illite et de mica dans les sédiments d'après Amelia et al., (2010). Les sédiments de la MS1 ont une valeur de K/Al ($>0,1$), ces argiles contiennent donc l'illite / smectite / mica et ou feldspath potassique. Les feldspaths potassiques donnent des minéraux argileux (kaolin, illite, montmorillonite, ...) Joye et al., (2005).

Ainsi, l'abondance de feldspaths potassiques, illite, micas, de magnésium dans la MS1, montre l'effet d'une baisse du niveau marin, Hallam (1989) et Hallam et al., (1999) ou d'un rapprochement des côtes. Cela indique que ces sédiments se seraient déposés dans des conditions proximales.

Les profils géochimiques des différents ratios de la MS2 présentent une évolution analogue. En effet, les rapports K/Al, Mg/Al, Ti/Al et Mn/Al sont faibles par rapport à ceux de la MS1. Cette chute brusque des teneurs en potassium indiquerait un appauvrissement en illite, mica et feldspath potassique. Les teneurs très faibles de K/Al sont très souvent trouvées dans les argiles silteuseskaolinitiques et les paléosols qui ont subi une altération chimique importante. Ces valeurs très faibles sont observées dans les sédiments de la MS2. Ceci indiquerait la richesse des argiles avec une teneur très élevée en kaolinite. Cette diminution pourrait s'expliquer par l'altération des sédiments qui favoriseraient une dissolution de potassium. Cette altération serait le fait d'un ennoyage des sédiments qui fait passer le potassium en solution.

Cela montre que les sédiments se seraient déposés dans des conditions distales plus précisément dans un environnement marin franc.

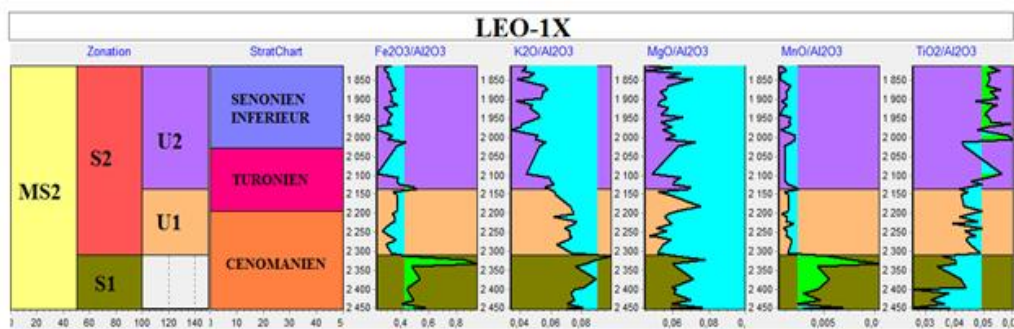


Fig. 2: Profil chimiostratigraphique de l'environnement de dépôt du puits LEO-1X

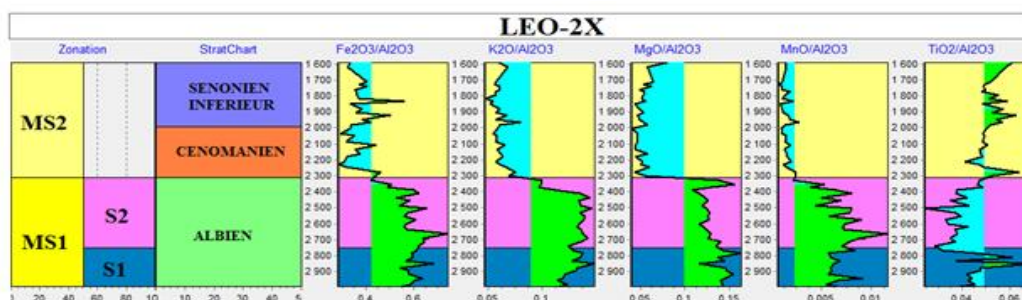


Fig. 3: Profil chimiostratigraphique de l'environnement de dépôt du puits LEO-2X

III.1.2. Détermination de la source de sédiment

Les sédiments étudiés présentent les valeurs suivantes en éléments chimiques:

Tableaux 1: Teneur des éléments majeurs et du CIA (indice d'altération chimique)

| | | PUITS | | | |
|--|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | LEO-1X | | LEO-2X | |
| | | Minimum | Maximum | Minimum | Maximum |
| | CIA | 72,79 | 90,78 | 52,46 | 90,70 |
| | Al ₂ O ₃ | 10,03 | 17,5 | 8,91 | 18,52 |
| | CaO | 0,24 | 4,59 | 0,37 | 22,71 |
| | Fe ₂ O ₃ | 2,24 | 14,09 | 3,77 | 8,33 |
| | K ₂ O | 0,40 | 1,27 | 0,67 | 2,11 |
| | MgO | 0,59 | 1,18 | 0,49 | 2,03 |
| | Na ₂ O | 0,61 | 1,96 | 0,56 | 1,63 |
| | P ₂ O ₅ | 0,04 | 0,39 | 0,05 | 0,16 |
| | SiO ₂ | 30,27 | 52,23 | 24,59 | 49,95 |
| | TiO ₂ | 0,29 | 0,95 | 0,3 | 0,89 |

Le degré d'altération de la roche source peut être évalué à partir de l'indice chimique d'altération (CIA) de Nesbitt et Young (1984) basé sur les proportions molaires suivantes: $CIA = [Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O + K_2O)] * 100$ (CaO* correspond à la concentration en CaO incorporé dans la fraction silicatée de la roche). Ainsi donc, les roches ayant des valeurs de CIA > 90, sont fortement altérées à cause de la transformation des feldspaths en minéraux argileux (Potter et al., 2005).

Les roches dont les valeurs de CIA sont comprises entre 60 et 80 présentent une altération atmosphérique et CIA < 60 montre qu'il n'y a pas ou peu d'altération (Fedo et al., 1995; Aristizábal et al., 2009). L'ensemble des sédiments étudiés présentent des valeurs de CIA comprises entre 52,46 et 90,70 pour le puits LEO-2X et entre 72,79 et 90,78 pour le puits LEO-1X indiquant ainsi une altération atmosphérique moyenne à forte de la roche source. Le digramme ternaire A-CN-K et CIA de Fedo et al. (1995) renseigne sur l'intensité de l'altération ainsi que sur la composition de la roche d'origine ayant donnée les sédiments. Nos échantillons plotés dans ce diagramme révèlent une altération intermédiaire à forte et se formeraient à partir des basaltes, des andésites et des granodiorites (fig. 4 et 5).

- Les sédiments Sénonien inférieur et Cénomaniens ont une source basaltique à andésitique et sont majoritairement moyennement à très altérés. Ces sédiments seraient la smectite, la kaolinite, la gibbsite et la chlorite.
- Les sédiments Albien ont une source basaltique, andésitique et granodioritique. Ces sédiments sont moyennement altérés. Ces sédiments seraient composés de l'illite.

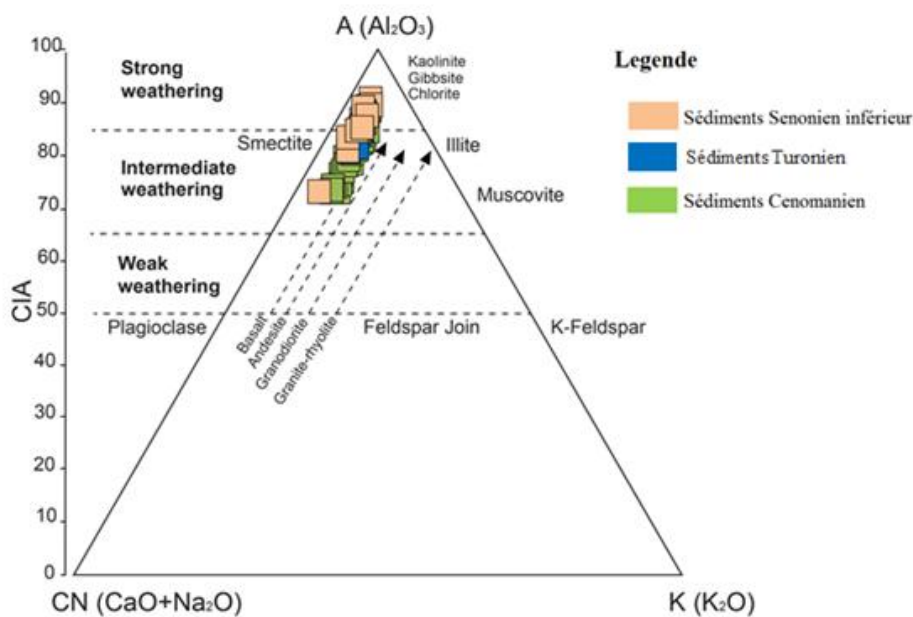


Fig. 4: Diagramme A-CN-K et CIA selon Fedo et al., (1995) appliqué aux sédiments Cénomaniens-Sénonien inférieur du puits LEO-1X

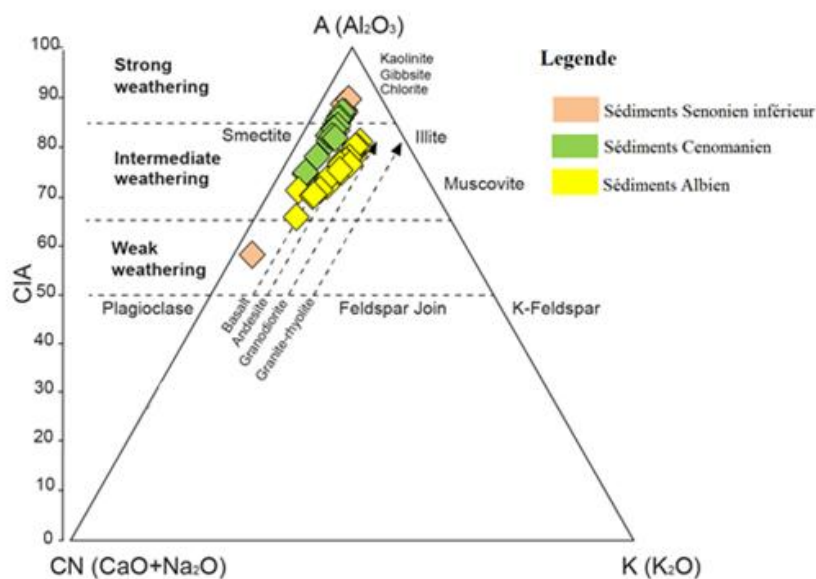


Fig. 5: Diagramme A-CN-K et CIA selon Fedo et al., (1995) appliqué aux sédiments Albien-Sénonien inférieur du puits LEO-2X

III.1.3. Corrélation chimiostratigraphique entre les puits LEO-1X et LEO-2X

Les analyses chimiques révèlent la présence de méga-séquence MS2 dans les puits LEO-1X et LEO-2X et la MS1 uniquement dans le forage LEO-2X (fig. 6). En général, la MS1 est plus riche en illite qu'en kaolinite, suivant les valeurs seuils des rapports K/Al et Mg/Al, alors que la MS2 est plus riche en kaolinite qu'en illite. Cette différence provoquée par une élévation du niveau marin, serait aussi due à un changement des conditions paléo-climatiques plus chaudes et humides au moment des dépôts de la MS2 qu'au moment des dépôts de la MS1.

Aussi, cette transgression a provoqué un changement d'environnement de dépôt, la MS1 étant dans un milieu proximal et la MS2, dans un environnement distal. Aussi, le CIA signale un changement de source entre la MS1 (Albien) et la MS2 (CénoManien-Sénonien inférieur) causé par la transgression qui a entraîné un changement d'environnement de dépôt et créé la discordance Albo-cénoManienne.

Par ailleurs, ces valeurs seuils définies pour les différents ratios ont permis, quelque soit la position des sédiments étudiés, de reconnaître la discordance Albo-cénoManienne. Il en résulte donc que ces ratios pourraient servir de repères stratigraphiques pour l'identification de cette importante surface discordante en Côte d'Ivoire.

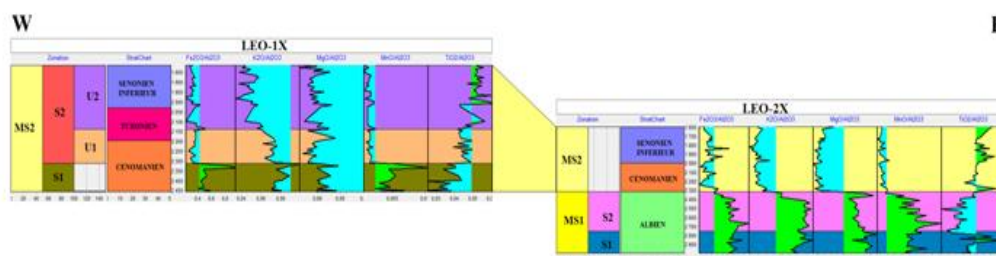


Fig. 6: Corrélation chimiostratigraphique des forages LEO-1X et LEO-2X

IV. Discussion

La teneur en SiO_2 dans les roches à grains fins est contrôlée par les minéraux silicatés mais, particulièrement, du quartz qui est le constituant principal de la plupart des argiles (Sari et Koca, 2012). Colombie (2002) signale que la présence de quartz dans les sédiments indique que la ligne de rivage est relativement proche. Cela confirme l'utilisation des rapports Si/Al et K/Al comme critère d'identification des séquences sédimentaires, dans cette étude. Les travaux de Olde et al., (2015) confirment la démarche méthodologique de cette présente étude. Car, selon ces auteurs, les augmentations de minéraux silicoclastiques associés aux éléments tels que Si, Ti, Al, Fe, et K (résidant principalement dans le quartz, les minéraux argileux et les silicates accessoires) et des ratios d'éléments tels que Si/Al (quartz), Ti/Al (ilménite, titanite, anatase,

rutile, brookite), sont indicateurs de l'élévation des flux silicoclastiques durant les périodes régressives et les bas niveaux marins. Les baisses de ces rapports sont typiquement associées avec les périodes d'élévation du niveau de la mer (Olde et al., 2015).

Les sédiments de cette mégaséquence qui correspondent majoritairement aux étages stratigraphiques de l'Albien se seraient donc déposés dans un environnement proximal. Ces résultats corroborent ceux des travaux de (Bamba et al., 2011) qui soutient que dans cet intervalle, les sédiments se sont déposés dans un environnement de type plateforme interne à influence continentale.

Les sédiments de la mégaséquence 2 (MS2), quant à elle correspondent aux étages stratigraphiques Cénomaniens –Sénonien inférieur. L'intervalle Cénomaniens des puits est caractérisé par une baisse relative des teneurs en potassium, ce qui indique l'altération des sédiments riche en K, donc la dissolution de celui-ci. On passe donc d'un environnement proximal à un environnement marin franc, ce qui corrobore les travaux de (Bamba et al., 2011) qui soutient que dans l'intervalle Turonien, l'on note une décroissance de la population planctonique et l'apparition des formes benthiques à test allongés, ce qui traduit une décroissance du taux d'oxygène. De plus, l'apparition des formes carénées traduit un milieu relativement profond (Hart et Bailey, 1980). Toutes ces données évoquent un environnement de dépôt de type plateforme moyenne à externe.

L'intervalle Sénonien inférieur, est caractérisé par une augmentation progressive de la teneur en potassium. On a donc un lent enrichissement en minéraux détritiques qui indiquerait un rapprochement des côtes. Ces résultats corroborent ceux de (Digbehiet al., 2011) qui soutient que dans cet intervalle, la prédominance des spores et grains de pollen et la rareté des kystes péridinioïdes traduit un environnement relativement plus proche du domaine littoral.

V. Conclusion

L'étude Chimiostratigraphique des puits LEO-1X et LEO-2X a révélée des repères stratigraphiques et d'importantes surfaces discordantes. Il s'agit des valeurs seuils des rapports K/Al, Fe/Al, Mg/Al, Mn/Al et Ti/Al qui ont permis de reconnaître la discordance Albo-cénomaniens causée par l'importante transgression cénomaniens. Cette transgression est suivie des ratios d'un changement d'environnement de dépôt entre la mégaséquence MS1 (milieu proximal) avec une source basaltique, andésitique et granodioritique et la MS2 (milieu distal) avec une source basaltique et andésitique et un degré d'altération chimique compris entre $25 < CIA < 90$ pour tous les sédiments étudiés.

Remerciements

Le travail fait partie d'une étude de doctorat financée par la Société pétrolière de Côte d'Ivoire (PETROCI).

References Bibliographiques

- [1]. **Amelia M., Wright, Ratcliffe K. T., Zaitlin B., David S. W. (2010).** The application of chemostratigraphic techniques to distinguish compound incised valleys in lowaccommodation incised-valley systems in a foreland-basin setting: an example from the lower cretaceous mannville group and basal colorado sandstone (colorado group), western Canadian sedimentary basin, p 93-107.
- [2]. **Aristizábal, E., Roser, B. et Yokota, S., (2009).** Patrones e índices de meteorización química de los depósitos de vertiente y rocasfuentes en el Valle de Aburrá. Boletín de Ciencias de la Tierra, (25), 27-42.
- [3]. **Bamba K. M., Digbehiet Z. B., Sombo C. B., Goua E. T., N'da V. L. (2011).** Foraminifères planctoniques, biostratigraphie et paléoenvironnement des dépôts albo-turonien de la Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest, Revue de Paléobiologie, Genève (Suisse), 30 (1) : 1-11. 12P.
- [4]. **Colombie C. (2002).** Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et cyclostratigraphie du Kimméridgien du Jura suisse et du bassin Vocontien (France) : relations plate-forme - bassin et facteurs déterminants. Thèse de doctorat, Université de Fribourg, 161 p.
- [5]. **Digbehiet Z. B., Toébi K. K. K., Adopo K. L., Guédé K. E., Tahi I., Yao K. R. (2011).** Palynologie et environnements de dépôt des sédiments d'âge cénomaniens supérieur-maastrichtien inférieur dans le bassin offshore de Côte d'Ivoire (Afrique de l'ouest). Sciences & Nature Vol. 8 N°1: 95 - 105.
- [6]. **Fedo, C. M., Nesbitt, H. W. et Young, G. M., (1995).** Unraveling the effects of potassium metasomatism in the sedimentary rocks and paleosols with implications for paleoweathering conditions and provenance. Geology 23, 921-924.
- [7]. **Hallam, A., Wignall P.B., (1999).** Mass extinctions and sea-level changes. Earth-Sci. Rev. 48, p.217-250. Soua, 2001.
- [8]. **Hallam, B.A., (1989).** The case for sea-level changes as a dominant causal factor in mass extinction of marine invertebrates. Philos. Trans. R. Soc. London, B 325, p.437-455.
- [9]. **Hart, M.B., et Bailey, H.W. (1980).** The recognition of Mid-Cretaceous sea-level changes by means of Foraminifera.
- [10]. **Joye, P., Michel, J.-P., (2005).** Cours de géologie appliquée au génie civil chapitre 2: notions de pétrographie, p 42-43, p55.
- [11]. **Nesbitt, H. et Young, G., (1984).** Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic consideration. Geochimica Cosmochimica Acta 48, 1523-1534.
- [13]. **Olde K., Jarvis I., Uličný D., Pearce M.A., Trabuco-Alexandre J., Čech S., Gröcked, R., Laurin J., Švábenická L., Tocher B.A. (2015).** Geochemical and palynological sea-level proxies in hemipelagic sediments: A critical assessment from the Upper Cretaceous of the Czech Republic. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Vol 435, pp. 222-243.
- [14]. **Ouattara, B. I., (2017).** Impacts de la crise biologique intermédiaire du Cénomaniens-Turonien dans le golfe de Guinée : cas du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire, à partir des études sédimentologie, géochimique et palynostratigraphique. Thèse Doctorat Univ F H B Cocody, 216p.
- [15]. **Pearce T. J., David W., Ratcliffe K., Wright D. K., Amelia M. (2005).** Stratigraphy of the upper carboniferous-schooner formation, southern North Sea: chemostratigraphy, mineralogy, palynology and Sm-Nd isotope. Analysis research edited by J. D.

- Collinson, D. J. Evans, D. W. Holliday, N. S. Jones. Published as volume 7 in the Occasional Publications series of the Yorkshire Geological Society, p 147.
- [16]. **Peuraniemi V., Pulkkinen P. (1993)**. Preglacial weathering crust in Ostrobothnia, western Finland, with special reference to the Raudaskyla occurrence. In: WEI et al., Climatic impact on Al, K, Sc and Ti in marine sediments: Evidence from ODP Site 1144, South China Sea. *Geochem. J.* 37, pp. 593–602.
- [17]. **Sari A. et Koca D. (2012)**. An approach to provenance, tectonic and redox conditions of Jurassic-Cretaceous Akkuyu Formation, Central Taurids, Turkey. *Mineral Res. Expl. Bull.*, 144, pp. 51-74.
- [18]. **Weaver C.E. (1967)**. Potassium, illite and the ocean. In: WEI et al., Climatic impact on Al, K, Sc and Ti in marine sediments: Evidence from ODP Site 1144, South China Sea. *Geochem. J.* 37, pp. 593–602.
- [19]. **Wei G., Liu Y., Li X., Shao L., Liang X. (2003)**. Climatic impact on Al, K, Sc and Ti in marine sediments: Evidence from ODP Site 1144, South China Sea. *Geochem. J.* 37, pp. 593–602.

Kokoa C M. R" Chimiostratigraphie des formations de l'Albien au Sénonien inférieur par les éléments majeurs : environnements de dépôts et sources pourvoyeuses (puits LEO-1X et LEO-2X du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire)." *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, Vol. 08, No.10, 2019, PP 35-41