

Caractérisation chimique des sédiments de l'Albien des Puits-1x et Puits-5x de la partie ouest de la marge d'Abidjan

[Chemical characterization of the sediments of the Albien of Puits-1x and Puits-5x of the western part of the Abidjan margin]

Coulibaly Yoh Natogoma¹, Assale Fori Yao Paul², Goua Topka Emmanuel², and Monde Sylvain¹

¹Département de Géosciences Marines, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

²PETROCI, Centre d'Analyses et de Recherche (CAR), Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study concerned the cuttings of two boreholes on the west margin of Abidjan. The cuttings were subjected to a chemostratigraphic analysis in order to have a clear knowledge of the composition and distribution of the chemical elements of sediments with particles less than 63µm from the Albien. It was a question of determining the different proportions of major elements and trace elements by the method of the X-Ray Fluorescence (XRF). The purpose is to define the minerals likely to be found in the sediments. Thus, it turns out that these sediments are both rich in heavy minerals and in clay minerals. These minerals could be illite, chlorite, kaolinite, potassium feldspars, mica, zircon, titanium, rutile, anatase linked to variable levels of K, Rb, Zr, Ti, Al, Ga and Mg. the variation in the elements shows the presence of two sources, provenance of sediment. The first source is rich in heavy elements and the second in potassium and magnesium. The characteristics of these sediments show the presence of a transgression phenomenon on the passage from sequence 1 to sequence 2.

KEYWORDS: Chemostratigraphy, trace elements, heavy elements, deposit environment, source/origin.

RESUME: Cette étude a concerné les déblais de deux forages de la marge Ouest d'Abidjan. Les déblais ont fait l'objet d'une analyse chemostratigraphique en vue d'avoir une nette connaissance de la composition et de la répartition des éléments chimiques des sédiments de particule inférieure à 63 µm de l'Albien. Il a été question de déterminer les différentes proportions des éléments majeurs et des éléments traces par la méthode du Spectromètre à Fluorescence X (SFX ou XRF en anglais). Le but est de définir les minéraux susceptibles de se trouver dans les sédiments. Ainsi, il en ressort que ces sédiments sont à la fois riches en minéraux lourds qu'en minéraux argileux. Ces minéraux pourraient être l'illite, la chlorite, la kaolinite, les feldspaths potassiques, le mica, le zircon, le titane, le rutile, l'anatase liés à des taux variables de K, Rb, Zr, Ti, Al, Ga et Mg. La variation des éléments montre la présence de deux sources/provenance des sédiments. La première source est riche en éléments lourds et la deuxième en potassium et en magnésium. Les caractéristiques de ces sédiments montrent la présence d'un phénomène de transgression au passage de la séquence 1 à la séquence 2.

MOTS-CLEFS: Chemostratigraphie, éléments traces, éléments lourds, environnement de dépôt, source/provenance.

1 INTRODUCTION

L'utilisation d'un matériel sédimentaire nécessite la connaissance de ses propriétés chimiques, physiques, minéralogiques et géotechniques [1]. Les sédiments du bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire ont fait l'objet de plusieurs études en vue de la recherche du pétrole et de la connaissance du bassin [2]. Ces études concernent la lithologie, la biostratigraphie, la géochimie et la pétrographie. Bien que la géochimie soit appliquée à ces sédiments, la chimiostatigraphie reste quelque peu une nouvelle méthode qui n'a pas été assez utilisée dans ce bassin.

Les études lithologiques ont montré la présence d'une importante quantité d'argile au Crétacé (allant de l'Albien au Maestrichtien). Ces roches apparemment identiques à l'œil nu présentent le plus souvent une différence en fonction de la composition en éléments chimiques et minéralogique. Ainsi la chimiostatigraphie favorisera la détermination des caractéristiques des différentes variations des éléments majeurs et traces. Ces variations sont sensibles aux changements de faciès, aux variations de la composition chimique et minéralogique, aux phénomènes d'altération et de diagénèse [3].

Ce présent travail vise à identifier les différentes variations chimiques afin de déterminer les différentes sources d'alimentation et les phénomènes parvenues lors du dépôt des sédiments du bassin au Crétacé de deux puits nommés Puits-1X et Puits-5X. Ces puits sont situés dans l'Ouest de la marge d'Abidjan au large de Jacqueville (figure 1).

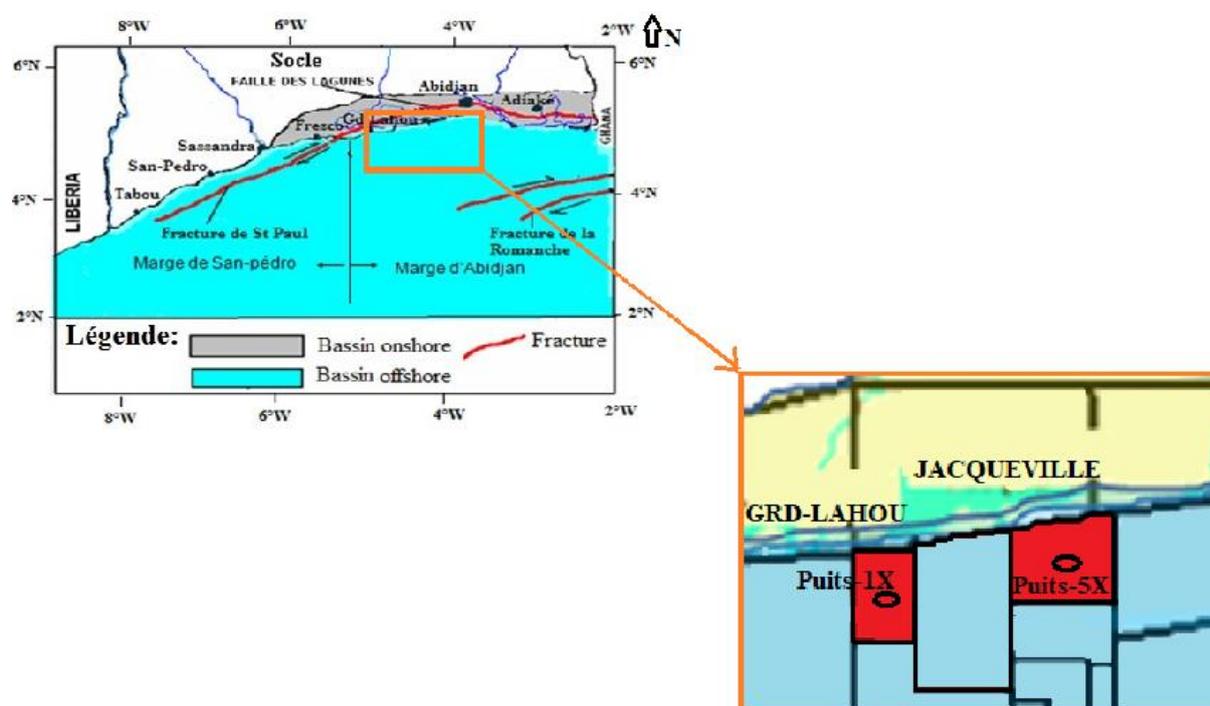


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

2 MATERIEL ET METHODES

Le matériel principal de cette analyse est essentiellement constitué de déblais de forage du bassin sédimentaire déposé à l'Albien (Crétacé inférieur) de deux puits nommés Puits-1X et Puits-5X. L'analyse chimiostatigraphie se fait en plusieurs étapes allant de l'étape de l'échantillonnage à l'étape d'analyse au spectromètre à fluorescence X (XRF).

Pour cette analyse, sept gramme (7g) de déblais sont prélevés suivant un pas régulier. Le pas d'échantillonnage varie de vingt (20) à trente (30) pieds qui peut être resserré selon la lithologie et l'information recherchée.

Pour chaque échantillon, un lavage au dichlorométhane (DCM) sous une hotte aspirante est effectué afin d'éliminer les huiles présentes (hydrocarbure). Cette action est répétée jusqu'à ce qu'on obtienne un liquide plus ou moins limpide.

Après lavage et séchage sous la hotte et on procède à un tri sous la loupe binoculaire dans le but de séparer les différentes formations observées dans les déblais. Seules les lithologies argileuses sont récupérées par l'analyse chimiostatigraphique.

Pour l'analyse au XRF, des pastilles sont confectionnées. Le procédé consiste à broyer à l'aide d'un vibro-broyeur les échantillons, de sorte à obtenir des fractions très fines (inférieur à 63 μm). Après le broyage de chaque échantillon, les mortiers à bille du vibro-broyeur sont nettoyés avec des jets de solution diluée d'acide fluorhydrique à 10% puis avec de l'eau distillée pour éviter toute contamination. Quatre gramme (4g) de la poudre obtenue est ensuite associée à un gramme (1g) de liant (type cereox). Ce mélange est ensuite bien homogénéisé au vibro-broyeur puis passé à la presse pour la confection de la pastille. La presse comprime le mélange de façon homogène sous une pression de 15 tonnes.

Ce sont ces pastilles qui sont analysées au spectromètre à fluorescence X. Les références de chaque pastille sont renseignées dans l'appareil. Les renseignements concernent le nom du puits, les côtes, le type d'échantillon, la masse de l'échantillon et la masse du liant. Après analyse, on obtient la composition chimique de chaque pastille et les différentes proportions.

Précisons qu'avant toute analyse au XRF, l'appareil est calibré à l'aide d'un standard international de référence. Ce calibrage permet à l'appareil de donner de bons résultats selon les normes internationales. Le XRF a la capacité de mesurer l'abondance des éléments ayant une concentration de 1 ppm et même moins. Il est donc sensible à de subtils changements minéralogiques (variation dans la distribution des minéraux). Néanmoins, précisons qu'il peut toujours y avoir des erreurs de précision comprise entre 2 et 3%.

Les données obtenues à partir de l'analyse au XRF concernent la composition en éléments chimiques en pourcentage d'oxydes des sédiments. Ces sédiments sont constitués d'un grand nombre d'éléments chimiques avec différentes proportions considérés comme des variables actives. Ces données seront au logiciel CumPetro, conçu au laboratoire de PETROCI, en vue de comprendre la variation des éléments chimiques dans les sédiments suivant la profondeur. On pourra alors définir les différentes séquences dans chaque puits.

Les éléments chimiques utilisés pour la chiostratigraphie concernent Nb, Zr, K, Th, Ti, Al, As, Al, Y, Rb et Mg.

Les éléments tels que Zr, Nb, Ti, Rb, Th et Y ont été utilisés pour la détermination de la source/provenance des sédiments [4]. Ces éléments chimiques sont des éléments lourds, associés aux minéraux, dont la répartition n'est pas affectée par les phénomènes d'altération et de diagénèse.

Rb et As sont par contre affectés par ces phénomènes. As est généralement lié à la matière organique. Son fort taux est contrôlé par le processus redox diagénétique et désigne un environnement riche en matière organique. Rb et les minéraux majeurs sont utilisés pour la détermination de l'environnement de dépôt. Ces éléments sont beaucoup influencés par l'altération et la diagénèse. Les éléments majeurs utilisés sont K, Al et Mg.

Les ratios comme Zr/Nb, Ti/Al ont servi également à la détermination de l'environnement de dépôt et la variation du niveau de mer pendant le dépôt des sédiments [5]. Ils désignent également, avec Y/Al, la variation des minéraux lourds dans les sédiments. Rb/Al, K/Th et Mg/Al sont utilisés pour la détermination de la proportion des argiles et feldspaths dans les sédiments [6,7,3] en particulier la kaolinite, les feldspaths potassiques, l'illite et mica et la chlorite pour Mg/Al. Le ratio As/Al désigne plutôt la variation de la proportion de la matière organique dans les sédiments [7].

La mise en évidence des séquences se fera suivant les rapports Nb/Zr et K/Th. Les subdivisions à l'intérieur des séquences englobent les rapports suivants Nb/Zr, KTh, Ti/Al, As/Al, Y/Al, Rb/Al, Mg/Al.

3 RESULTATS

La répartition des éléments chimiques des sédiments a permis de mettre en évidence deux séquences (Fig 2). La subdivision a été faite à partir des variations des ratios de Nb/Zr et K/Th. Le seuil de subdivision pour les deux ratios est de 0,1.

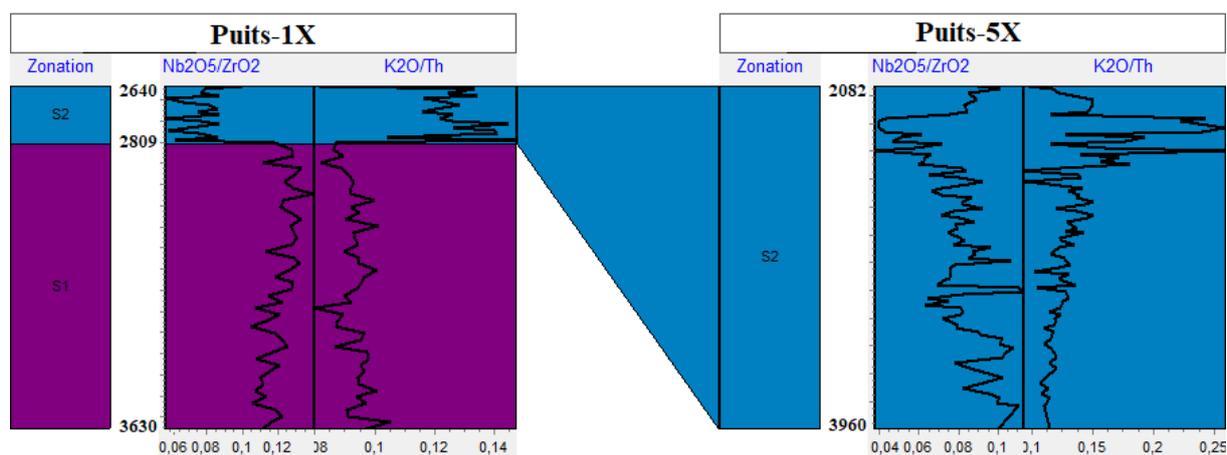


Fig. 2. Présentation et corrélation des différentes séquences des Puits-1X et Puits-5X

3.1 CARACTERISATION DES SEQUENCES DU PUIITS-1X

Le Puits-1X présente les deux séquences. La première séquence (S1) part de 3630 m à 2809 m et la deuxième séquence (S2) de 2809 m à 2640 m.

La S1 est caractérisée par des valeurs de Nb/Zr comprises entre un minimum de 0,106 et un maximum de 0,140 et des valeurs de K/Th comprises entre 0,08 et 0,1. Cette séquence se subdivise en trois unités (S1-U1, S1-U2 et S1-U3). Ces trois unités sont caractérisées à partir des variations de Ti/Al et As/Al. S1-U2 présente de faibles valeurs de Ti/Al et des valeurs élevées de As/Al par rapport aux deux autres unités (S1-U1 et S1-U3).

Le passage entre la S1 et S2 est marqué par une brusque variation des différents rapports (Figure 3).

3.2 CARACTERISATION DES SEQUENCES DU PUIITS-2X

Le Puits-5X ne présente que la séquence 2 (S2). Ces sédiments présentent des valeurs de rapports inférieurs à 0,1 de Nb/Zr et des valeurs supérieures à 0,1 de K/Th. Elle part de 3960 m à 2082 m. Cette séquence est plus développée dans ce puits que le Puits-1X due probablement à l'espace disponible au cours de la sédimentation. La S2 est constituée de trois unités. La S2-U1 de ce puits correspond à la S2 identifiée dans le Puits-1X. Les deux autres unités nommées S2-U2 et S2-U3 sont absentes dans le puits-5X. Elles sont caractérisées par une brusque variation de tous les éléments chimiques. L'allure de la variation de ces ratios forme des dents de scie. La figure 3 présente les différentes subdivisions et leur corrélation.

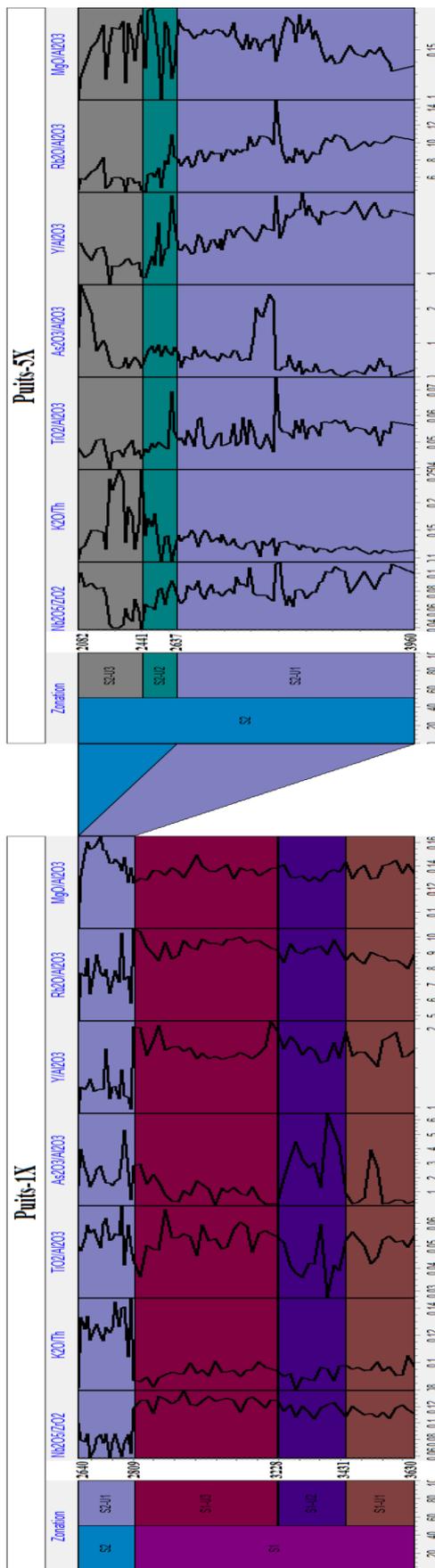


Fig. 3. Présentation et corrélation des unités des différents séquences des Puits-1X et Puits-5X

4 DISCUSSION

La subdivision selon la variation du taux des éléments chimiques (chimiostatigraphie) a permis de déterminer deux séquences (S1 et S2). La brusque variation des ratios de la S1 à la S2 traduirait soit une discordance à ce niveau soit un changement de source/provenance des sédiments. La séquence 1 est absente dans le Puits-5X; cela pourrait être due au manque d'échantillonnage des sédiments de cette séquence ou encore être favorisé soit par le paléorelief dû à la discordance ou soit par une absence de sédimentation. Le faible taux du potassium par rapport au thorium et du zirconium par rapport au niobium pourrait traduire la présence de plus de minéraux argileux détritiques et moins d'illite/mica [6] que de minéraux lourds détritiques dans la séquence 1 par rapport à la séquence 2. Le potassium est un élément labile. Sa présence dans un milieu justifierait d'un environnement de dépôt proche du continent. Ainsi, les sédiments de la S2 se sont déposés dans un environnement plus proche du continent que ceux de la S1. Les éléments lourds comme Nb, Zr, Ti et Al sont généralement utilisés pour interpréter le niveau eustatique [8], [9], [5]. Le Zr est un élément lourd qui a tendance à se concentrer en bordure de mer et le Ti pouvant se retrouver dans les sédiments par voie éolienne et à tendance à se concentrer dans les sédiments d'eau profonde. Les variations de Nb/Zr et de Ti/Al indiqueraient un phénomène de transgression du niveau marin de la S1 à la S2.

Les ratios Nb/Zr et Rb/Al permettent de déterminer la concentration du zirconium dans les sédiments terrigènes et du rubidium dans les argiles. La concentration de Nb, Rb et Al étant lié aux minéraux argileux [5], [10], en particulier l'illite, désigne par la variation de ces ratios, une dominance des minéraux argileux comme l'illite dans la S1 par rapport à la S2.

Par contre, les ratios K/Th et Mg/Al montrent une dominance de Th par rapport à K et de Al par rapport à Mg dans la S1 par rapport à la S2. Cela signifierait que la S2 pourrait contenir un taux plus élevé d'illite, micas, feldspaths que la S1.

Au sein de la séquence 1, les variations des ratios Ti/Al et As/Al, indiquent que l'unité 2 pourrait contenir moins de minéraux lourds opaques liés à Ti et/ou rutile et plus de matière organique que les unités 1 et 3 [7], [11]. Le taux de Ti est généralement influencé par la présence d'oxyde de titane (rutile, ilmenite et/ou sphène et anatase) et chlorite, illite/mica et biotite. Cela se confirme avec une baisse du taux de Mg dans les argiles à la S1-U2. Mg étant un élément des minéraux argileux en particulier la chlorite [7]. Ainsi, la S1-U2 serait moins riche en chlorite par rapport à la S1-U1 et la S1-U3. Le taux élevé en As pourrait également provenir des ajouts de forage.

5 CONCLUSION

Ces études ont montré que les sédiments de l'Albien dans le bassin sédimentaire ivoirien ont été déposés dans un milieu proche du continent. Ces sédiments proviennent de deux sources dont une riche en éléments lourds et une légèrement plus riche en potassium progressivement plus proche du continent. La variation de la composition chimique permet de définir la possibilité de présence de minéraux argileux comme l'illite, la chlorite et la kaolinite et de minéraux non argileux comme les feldspaths potassiques, la micas, le zircon, l'anatase, l'ilménite, le rutile, le titane et la sphène. La présence de ces minéraux lourds dans les argiles est liée à la taille des grains. La répartition de ces éléments indique la présence d'une discordance due à une transgression dans le Puits-1X au passage de la S1 à la S2 et une transgression progressive dans la S2.

REFERENCES

- [1] B. A. Laibi, M. Gomina, B. Sorgho, E. Sagbo, P. Blanchart, M. Boutouil et D. K. C. Sohounhloule, Caractérisation physico-chimique et géotechnique de deux sites argileux du Bénin en vue de leur valorisation dans l'éco-construction. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11 (1), 2017, 499-514.
- [2] N. J-P. Yao, Caractérisation sédimentologique, minéralogique, géochimique et biostratigraphique des falaises vives de Fresco: région de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire), doctorat, Océanologie, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières. Université Félix Houphouët-Boigny, 2012.
- [3] M. Soua, Le passage Cénomanién – Turonien en Tunisie: Biostratigraphie des foraminifères planctoniques et des radiolaires, chimiostatigraphie, cyclostratigraphie et stratigraphie séquentielle, doctorat, Sciences de la terre: Faculté des Sciences Mathématiques, Physiques et Naturelles de Tunis, 2011.
- [4] T. J. Pearce, D. Wray, K. Ratcliffe, D. K. Wright, A. Moscariello, Chemostratigraphy of the Upper Carboniferous Schooner Formation (southern North Sea, 2005).
- [5] K. Ratcliffe et M. Wright, Unconventional methods for unconventional plays: using elemental data to understand shale resource plays. *Petroleum Exploration Society of Australia (PESA) Part 1*, No 116, 2012, 89-92.
- [6] T. J. Pearce, D. Wray, K. Ratcliffe, D. K. Wright, A. Moscariello, Chemostratigraphy of the Upper Carboniferous Schooner Formation, southern North Sea. *Occasional Publications series of the Yorkshire Geological Society*, V. 7, 2005, 147-164.

- [7] N. Craigie, Principles of Elemental Chemostratigraphy (A Practical User Guide, 2018).
- [8] B. B. Sageman, A.E Murphy, J.P. Werne, C.A. Ver Straeten, D.J. Hollander, T.W. Lyons, A tale of shales: The relative roles of production, decomposition, and dilution in the accumulation of organic-rich strata, Middle-Upper Devonian, Appalachian Basin. *Chemical Geology*, V. 195, 2003, 229-273.
- [9] W. Travis, Elemental Chemostratigraphy and depositional environment interpretation of the eagle ford shale, South Texas. A thesis submitted to the Faculty and the Board of Trustees of the Colorado School of Mines in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (Geology), 2007.
- [10] Craigie N. W. Applications of chemostratigraphy in Middle Jurassic unconventional reservoirs in eastern Saudi Arabia. *GeoArabia*, 20 (2), 2015, 79-110.
- [11] M.A. Mange et A.C. Morton, *Geochemistry of heavy minerals (Developments in Sedimentology, 2007)*.