

Particularités Sédimentologiques et Géochimiques des Calcaires d'Onigbolo (Sud-est du Bénin)

Sedimentological and Geochemical Particularities of Onigbolo Limestones (South-east of Benin)

Kaki Christophe

*Département des Sciences de la Terre
Université d'Abomey-Calavi 01BP4256 Cotonou-Bénin
E-mail: kaki_christophe@yahoo.fr*

d'Almeida Gérard Alfred Franck

*Corresponding Author, Département des Sciences de la Terre
Université d'Abomey-Calavi, 01BP4256 Cotonou-Bénin
Tel: +229 97 22 65 12
E-mail: almeidafranck@hotmail.com*

Bio Oumarou B. Karim

*Département des Sciences de la Terre
Université d'Abomey-Calavi, 01BP4256 Cotonou-Bénin
E-mail: sarrekarim@yahoo.fr*

Résumé

Au Sud Bénin, de nombreux dépôts calcaires d'âge Paléocène supérieur (Thanétien) à Eocène moyen (Lutétien-Bartonien) ont été identifiés. Dans la localité d'Onigbolo, certains de ces calcaires sont actuellement exploités par la société SCB-Lafarge. La présente étude vise à préciser les caractéristiques sédimentologiques et géochimiques des calcaires d'Onigbolo. Les analyses lithologiques ont permis d'identifier trois (03) niveaux calcaires séparés par de minces lits argileux. Ces niveaux calcaires ont été mis en place dans un contexte marin agité de type plateforme externe fortement influencé par le continent. Les variations verticales de faciès observées permettent de conclure que ces calcaires se sont mis en place durant 3 cycles de régression/transgression. Une analyse géochimique réalisée sur 26 échantillons montre que ces calcaires sont constitués de plus de 90% de calcite (CaCO_3) avec une perte de pureté en direction du Sud de la carrière. Un niveau inférieur rencontré dans le secteur Nord de la carrière contient plus de 6,21% de silice (SiO_2) alors que les niveaux supérieurs, bien définis dans le secteur central de la carrière, sont plus riches en CaO (90%) et renferment moins de 3% de SiO_2 . Les deux premiers niveaux calcaires du gisement d'Onigbolo ont des caractéristiques géochimiques satisfaisantes pour la production du ciment.

Mots-clés: Sud du Bénin, calcaires, Onigbolo, sédimentologie, faciès, géochimie.

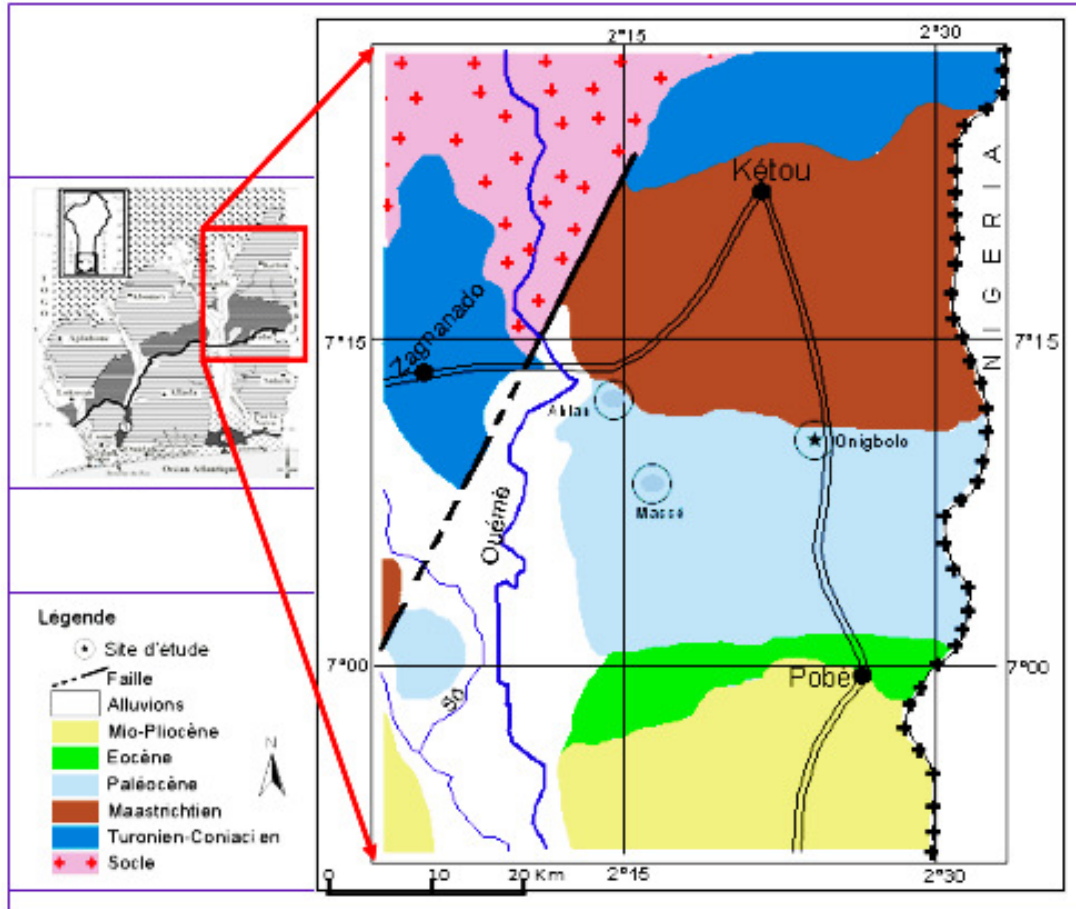
Abstract

In South Benin, numerous limestones deposits from Upper Paleocene (Thanethian) to Middle Eocene (Lutetian-Bartonian) age were identified. In Onigbolo locality, some of these deposits are actually exploited by SCB-Lafarge holding. The present study aims to precise sedimentological and geochemical characteristics of Onigbolo limestones. Lithological analyses give possibility to identify three (03) limestones levels, separated by thin argillaceous sequences. These limestones levels were deposited in a marine restless environment of external platform type, hardly influenced by the continent. Vertical facial changes show that these limestones were deposited during 3 transgression/regression cycles. A geochemical analysis, undertaken on 26 limestones samples, shows that these limestones are mainly composed of calcite (more than 90% CaCO_3) with a loss of purity toward the south of the quarry. A lower limestone level encountered in the northern sector of the quarry contains more than 6.21% of SiO_2 while the upper limestones levels, well identified in the central sector of the quarry, are richer in CaO (90%) and contain less than 3% of SiO_2 . The two upper levels of limestones deposits of Onigbolo have good characteristics for cement production.

Keywords: South Benin, limestones, Onigbolo, sedimentology, facies, geochemistry.

1. Introduction

Les roches calcaires ont été de tout temps prospectées pour leur utilité. Au Bénin, c'est dans la partie émergée du bassin sédimentaire côtier (BSC), précisément dans la dépression de la Lama, bande d'orientation WSW-ENE large de 20 km à 25 km, que sont connus des gisements de calcaire dont certains sont présentement en exploitation. Les travaux antérieurs de prospection (Slansky, 1962; BRGM, 1967; I. R. BREDA, 1987; G. Carbonnel et M. Oyédé, 1991; A. Bio Lokoto, 1991; Yevidé *et al.*, 1993; Moriba-Djibril *et al.*, 1995; Idohou *et al.*, 1996; Kpondjo *et al.*, 1997; OBRGM, 2007; 2009) ont relevé la diversité pétrographique, chimique et fossilifère de ces calcaires qui sont datés du Paléocène supérieur (Thanétien) à Eocène moyen (Lutézien- Bartonien) (Institut de Recherche BREDA, 1987). Dans la localité d'Onigbolo située au Sud-est du Bénin, sur la rive gauche du fleuve Ouémé, entre 2°20' et 2°25' de longitude Est et 7°07' et 7°12', certains de ces calcaires sont exploités par le groupe SCB-LAFARGE. L'usine du groupe cimentier SCB-LAFARGE et sa carrière d'exploitation (site de la présente étude) sont installées au sud du village Onigbolo (**Figure 1**).

Figure 1: Carte de localisation de la zone d'étude (Slansky 1962, modifié).

Les caractéristiques lithologiques de ces calcaires varient en fonction de leur âge et des localités considérées. Dans les dépôts du Paléocène, on rencontre des calcaires bioclastiques (à faune essentiellement benthique) à texture packstone-wackstone. Ils sont parfois bioturbés, phosphatés ou légèrement glauconieux et entrent en contact franc avec des argiles. Dans les dépôts éocènes, on rencontre des calcaires bioclastiques, oolithiques, coquillers, glauconieux à texture wackstone et à microfaunes de foraminifères et d'ostracodes.

La présente étude vise à préciser les caractéristiques sédimentologiques et géochimiques des calcaires d'Onigbolo qui, jusque là, constituent au Bénin la référence en matière de qualité pour la production de ciment.

2. Matériel et Méthodologie

2.1. Matériel

Des matériels de terrain et de laboratoire ont été utilisés pour cette étude. Le matériel de terrain comprenait un GPS et une boussole pour les mesures et coordonnées géographiques à prendre ainsi que du matériel d'échantillonnage. Le matériel de laboratoire comprenait, entre autres, un spectromètre d'émission atomique CRR 1739/28 et un spectrophotomètre à flamme de type Eppendorf 11 et DR/2500 pour les analyses chimiques.

2.2. Approche Méthodologique

Elle a tout d'abord consisté à faire une synthèse bibliographique des travaux antérieurs, liés à la prospection et à l'exploration des calcaires dans le BSC en général, afin de mieux organiser les travaux de terrain à effectuer. Les travaux de terrain qui ont suivi se sont déroulés sur le site du complexe cimentier et plus précisément dans la carrière. Ils ont permis d'observer, de décrire les divers faciès des fronts de taille des différents secteurs de la carrière et de prélever des échantillons de calcaires. Ainsi, des coupes lithologiques ont été levées et une analyse sommaire des conditions de mise en place des faciès calcaires de la zone a pu être présentée.

Au laboratoire, vingt-six (26) échantillons provenant des différents secteurs et niveaux calcaires de la carrière ont été analysés à l'aide d'un spectromètre d'émission atomique CRR 1739/28 et d'un spectrophotomètre à flamme de type Eppendorf 11 et DR/ 2500. Ces analyses visaient à déterminer les teneurs en oxydes majeurs (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , SO_3 , et CO_2) de ces échantillons de calcaire. Les résultats obtenus ont permis de réaliser des diagrammes géochimiques afin de préciser certaines de leurs caractéristiques.

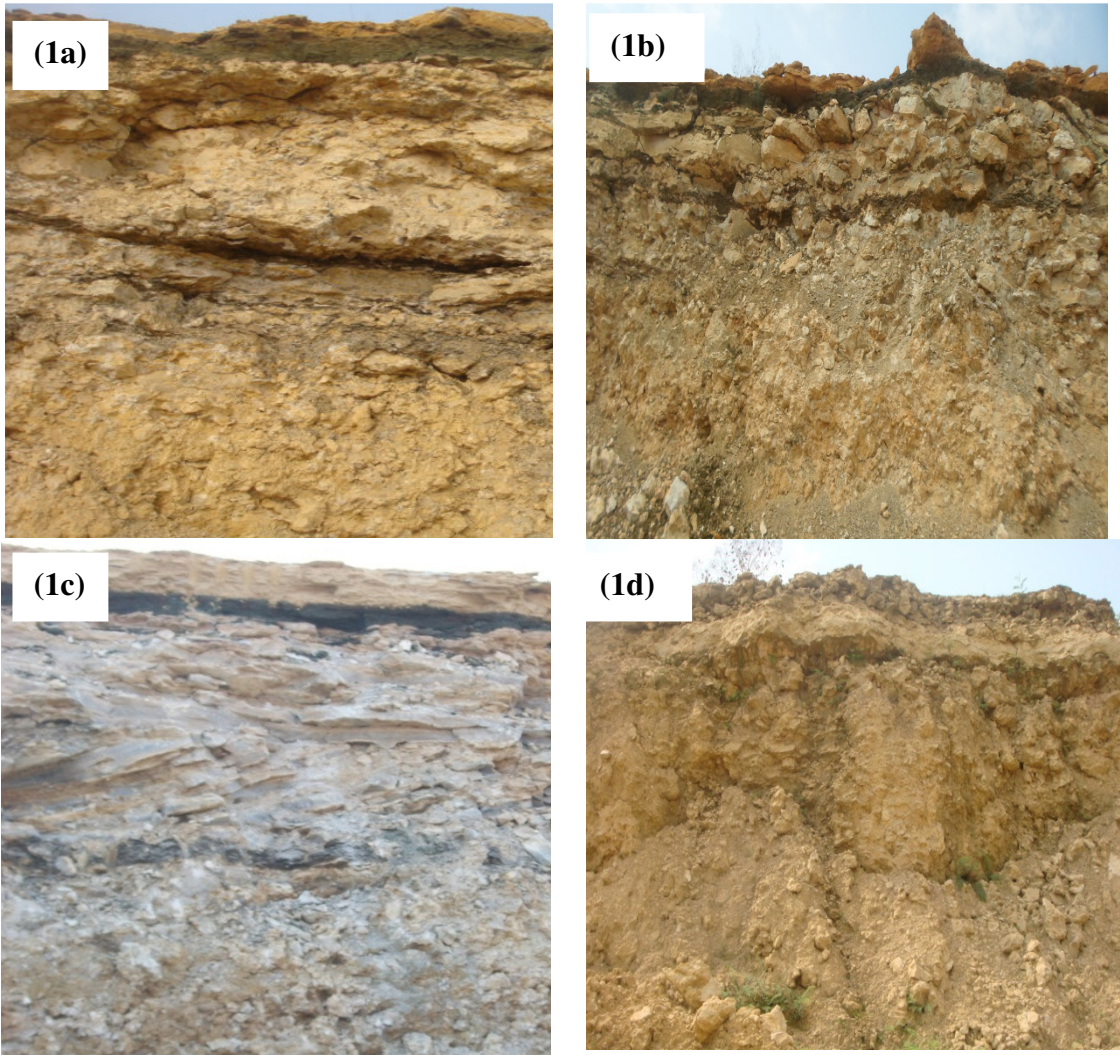
3. Résultats et Discussion

3.1 Faciès et Environnements de Dépôt

Les faciès identifiés sont le reflet des conditions de sédimentation ayant prévalu durant la période couvrant le Paléocène supérieur (Thanétien) à l'Eocène moyen (Lutétien-Bartonien).

3.1.1 Faciès Sédimentaires

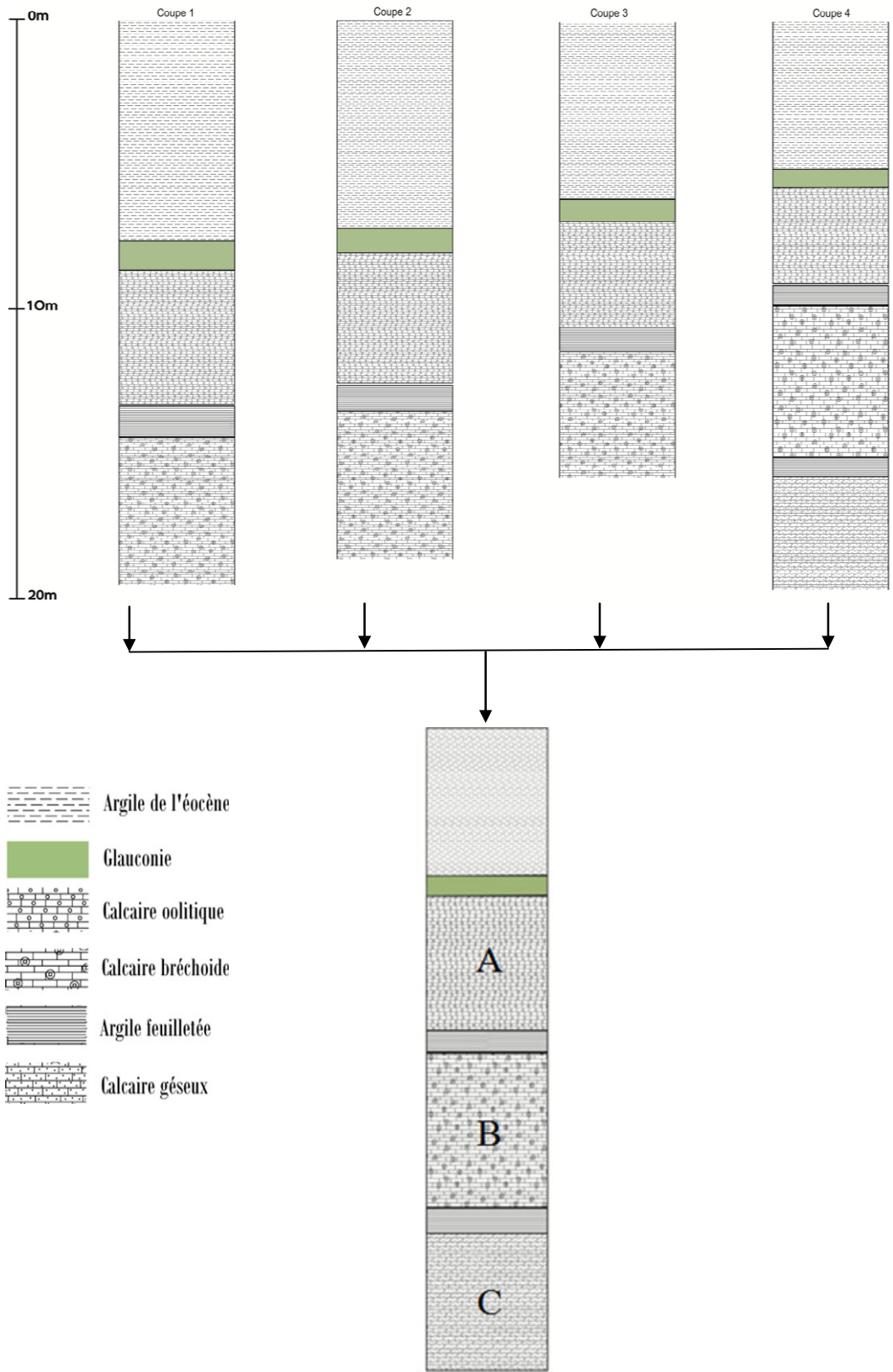
Pour décrire les faciès calcaires rencontrés, les fronts de taille de différents secteurs de la carrière ont été étudiés. Les photographies suivantes (*Planche 1*) présentent la lithologie des secteurs considérés. Elles montrent la succession verticale des faciès en fonction des secteurs.

Planche 1: Fronts de taille dans la carrière d'Onigbolo

(1a) - Secteur Sud; (1b) - Secteur Sud-ouest; (1c) - Secteur Ouest; (1d) - Secteur Nord

Les logs lithologiques réalisés et schématisant les différents fronts de taille de la carrière d'Onigbolo n'ont pas révélé d'importantes variations sédimentologiques. Toutefois les coupes représentées se distinguent par les épaisseurs des séquences sédimentaires observées. Ces coupes ont permis de réaliser la coupe synthétique de la figure 3.

Figure 3: Logs schématiques des fronts de taille et log de synthèse des formations de la carrière d'Onigbolo



Coupes: 1- Secteur Sud; 2- Secteur Sud-ouest; 3- Secteur Ouest; 4- Secteur Nord

- **Les niveaux calcaires**

Ce sont des calcaires beiges, bioclastiques qui se présentent sous différents faciès. Il est constitué de trois (03) niveaux (désignés par les lettres A, B et C du haut vers le bas) séparés par deux (02) niveaux d'argile feuilletée ou plastique. Son épaisseur diminue du Sud au Nord.

- Niveau A: c'est un calcaire généralement rogneux disposé en petits bancs centimétriques à décimétriques compacts et continus séparés par de fins niveaux argileux. Ils sont parfois bien stratifiés (coupe 3). Ce niveau présente à certains endroits un faciès oolithique (coupe 2) et une stratification "entrecroisée".
- Niveau B: calcaire bréchoïde très homogène, devenant légèrement plus grossier vers le sommet. On y observe quelques formes fossiles et de nombreux fragments de coquilles (lamellibranches, gastéropodes, oursins...).
- Niveau C: il n'a été décrit que sur la coupe 5 (front de taille nord de la carrière), unique endroit où il est en exploitation. Il s'agit d'un calcaire gréseux, massif, refermant quelques coquilles et de nombreux grains de quartz.

Ces niveaux sont séparés par deux niveaux décimétriques d'argile feuilletée (attapulгите) qui plongent progressivement en s'épaississant en direction du Sud-est.

- **Le niveau glauconieux**

C'est un mince niveau de sable glauconieux de 30 à 50 cm montrant des signes d'oxydation. Il repose sur la formation précédente, notamment sur une argile feuilletée par une surface onduleuse.

- **Les niveaux argileux**

Elle comprend couche supérieure faite d'argile feuilletée noire ou grise dont l'épaisseur augmente en direction du sud (jusqu'à 13m). Cette couche est décapée lors de l'exploitation et sert d'ajout pour la fabrication du clinker. Outre cette couche, on observe aussi deux niveaux argileux décimétriques intercalés entre les niveaux calcaires. Le niveau supérieur est constitué d'une argile feuilletée à attapulгите alors que celui inférieur est plastique.

3.1.2 Environnements de Dépôt

La succession des faciès calcaires gréseux, bréchoïde et oolithique du bas vers le haut de la colonne met en évidence la diminution progressive d'une condition de sédimentation détritique (niveau C, tributaire de l'influence continentale) en faveur d'une condition de sédimentation biochimique à chimique. La présence dans le niveau (A) des oolithes, majoritairement de type α , indique que le milieu de dépôt était côtier agité, alors que le faciès bréchoïde du niveau (B) indique plus un milieu remanié (milieu agité). Ainsi, l'interprétation l'environnement de dépôt des faciès calcaires peut se résumer en trois cycles sédimentaires :

- D'abord, à la faveur d'un premier épisode régressif, la mer dépose le faciès gréseux (niveau C) qui finit par être recouvert par le niveau argileux inférieur au maximum transgressif qui a suivi ;
- Ensuite, un second épisode régressif conduit à la mise en place d'un autre niveau calcaire. Au cours de leur consolidation, ces dépôts calcaires ont été remaniés par les vagues pour donner le faciès bréchoïde (niveau B) avant que le niveau marin ne s'élève pour aboutir au dépôt du second niveau argileux lors du maximum transgressif qui a suivi.
- Enfin, une nouvelle régression favorise le dépôt du niveau A. La transgression qui a suivi fut certainement brève. Elle a été suivie d'une régression qui se maintient aussi longtemps pour conduire à la formation de la glauconite. Cette hypothèse semble être confortée par la présence des stratifications obliques voire entrecroisées observées dans le niveau A. Etant donné que de telles stratifications ne peuvent exister que dans une zone d'action de vagues, la mise en place de ces calcaires indique que le milieu de dépôt était à forte énergie donc correspondait à un moment de bas niveau marin. La présence fréquente d'oolithes de type α dans ce même niveau est un argument supplémentaire qui plaide en faveur de l'existence d'un bas niveau marin durant cette période.

En somme, on peut retenir que dans le secteur oriental du bassin sédimentaire côtier du Bénin, le Paléocène supérieur a été marqué par l'existence de trois épisodes de transgression/régression (cycles sédimentaires). Mais dans l'ensemble, le milieu a commencé par une mer néritique et a fini par s'approfondir progressivement. L'instabilité du niveau marin qui prévalu durant cet étage, a été caractérisé par le dépôt de faciès sédimentaires correspondants. C'est ce que semble indiquer les rapides variations des dépôts bréchoïdes et stratifiés à forte énergie laissés dans les niveaux A et B. Toutefois, le caractère massif des dépôts du niveau C serait un indicateur d'un milieu calme (absence de courants marins).

3.2 Caractéristiques Géochimiques

Les résultats des analyses chimiques ont été utilisés pour présenter des histogrammes et courbes comparatives grâce aux logiciels Minpet et Excel.

Figure 4: Histogramme des teneurs en silice des échantillons analysés

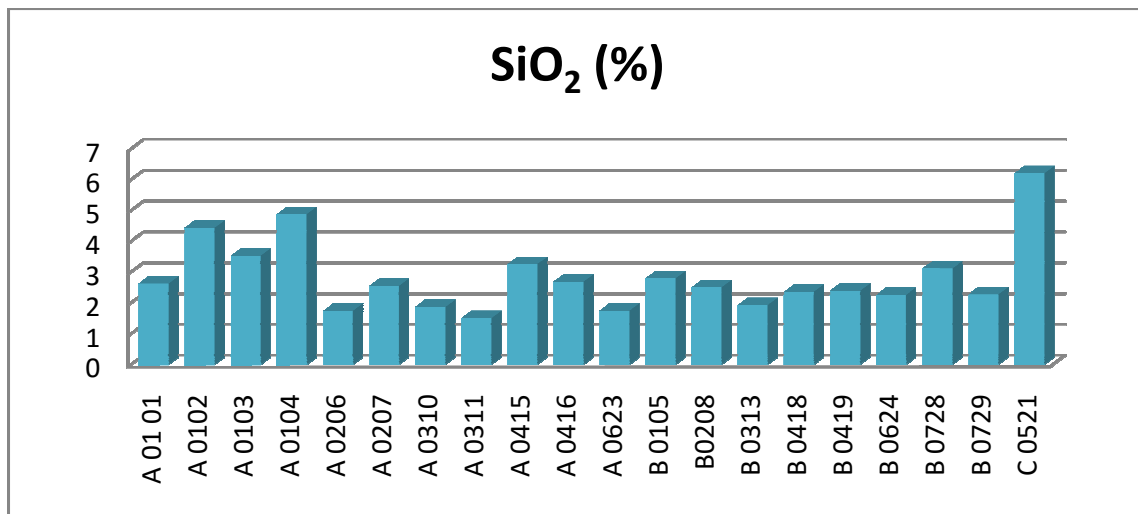
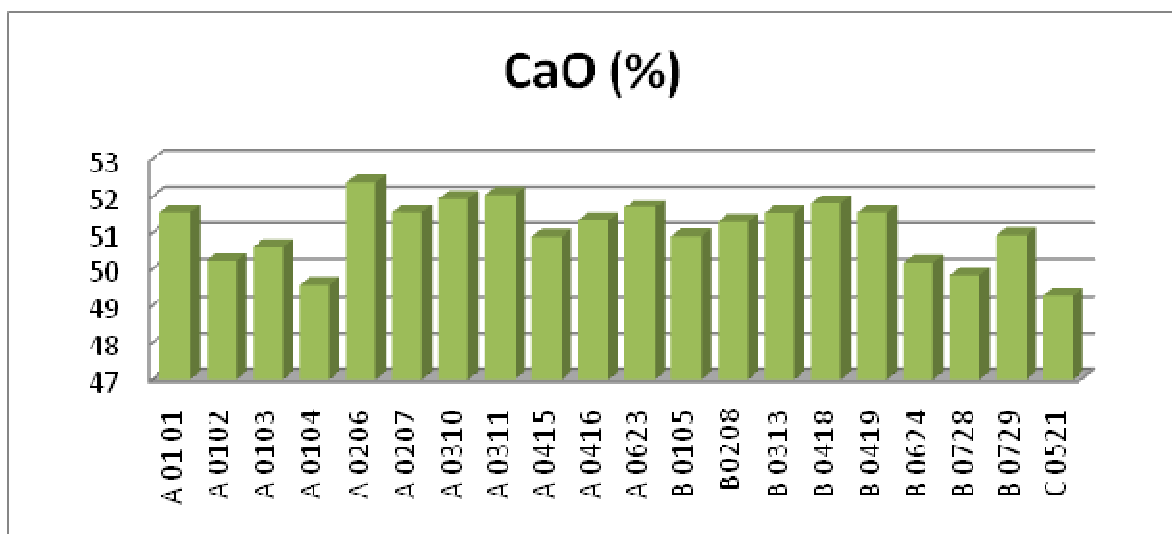
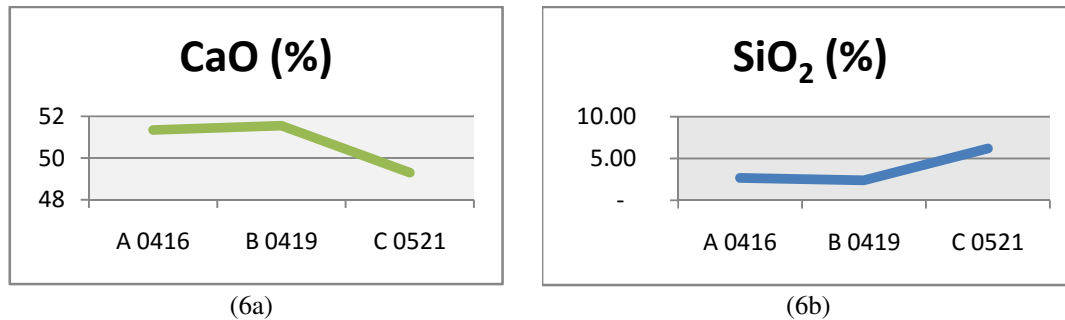


Figure 5: Histogramme des teneurs en CaO des échantillons analysés



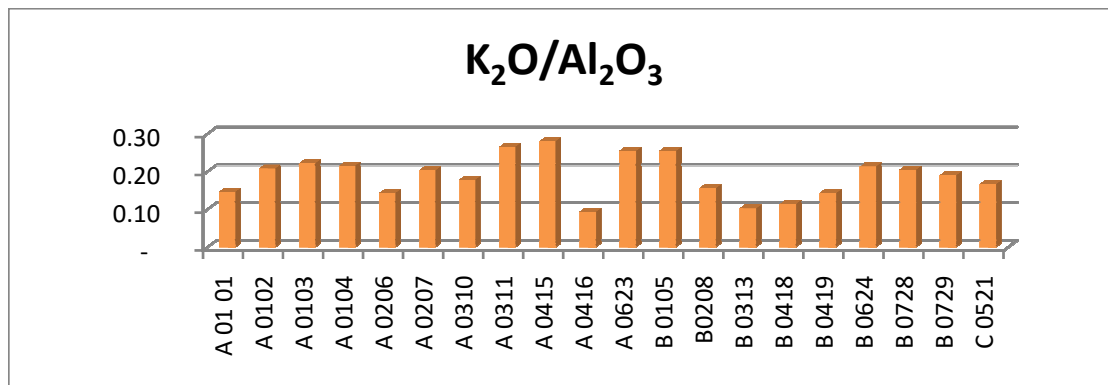
Les histogrammes des **figures 4 et 5** montrent que les calcaires étudiés ont globalement de bonnes teneurs en CaO (49 à 52%). Les taux de SiO₂ les plus élevés (3,5 à 6,0%) sont rencontrés au niveau de la coupel (niveau A) et du niveau C (coupe 5). Ces mêmes échantillons montrent aussi les plus faibles taux en CaO.

Figure 6: Courbes comparatives des teneurs en CaO (6a) et SiO₂ (6b) des échantillons témoins des 3 niveaux calcaires.



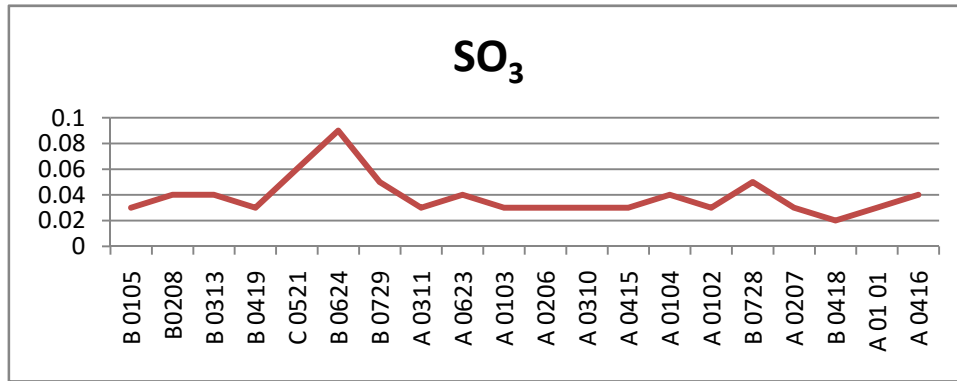
Pour tous les échantillons analysés, les taux de silice et de carbonate de calcium varient en sens inverse. Ces résultats prouvent que lors de la sédimentation, les deux fractions sédimentaires (silice et carbonate de calcium) ont non seulement des origines différentes mais se sont formées par des processus antagonistes (détritique et chimique/biochimique). Si l'abondance et l'origine du carbonate de calcium ne sont imputables qu'à une sédimentation biochimique, la silice quant à elle pourrait être d'origine détritique ou résulter de transformations post-sédimentaires.

Figure 7: Histogramme du rapport K₂O/Al₂O₃ des échantillons analysés

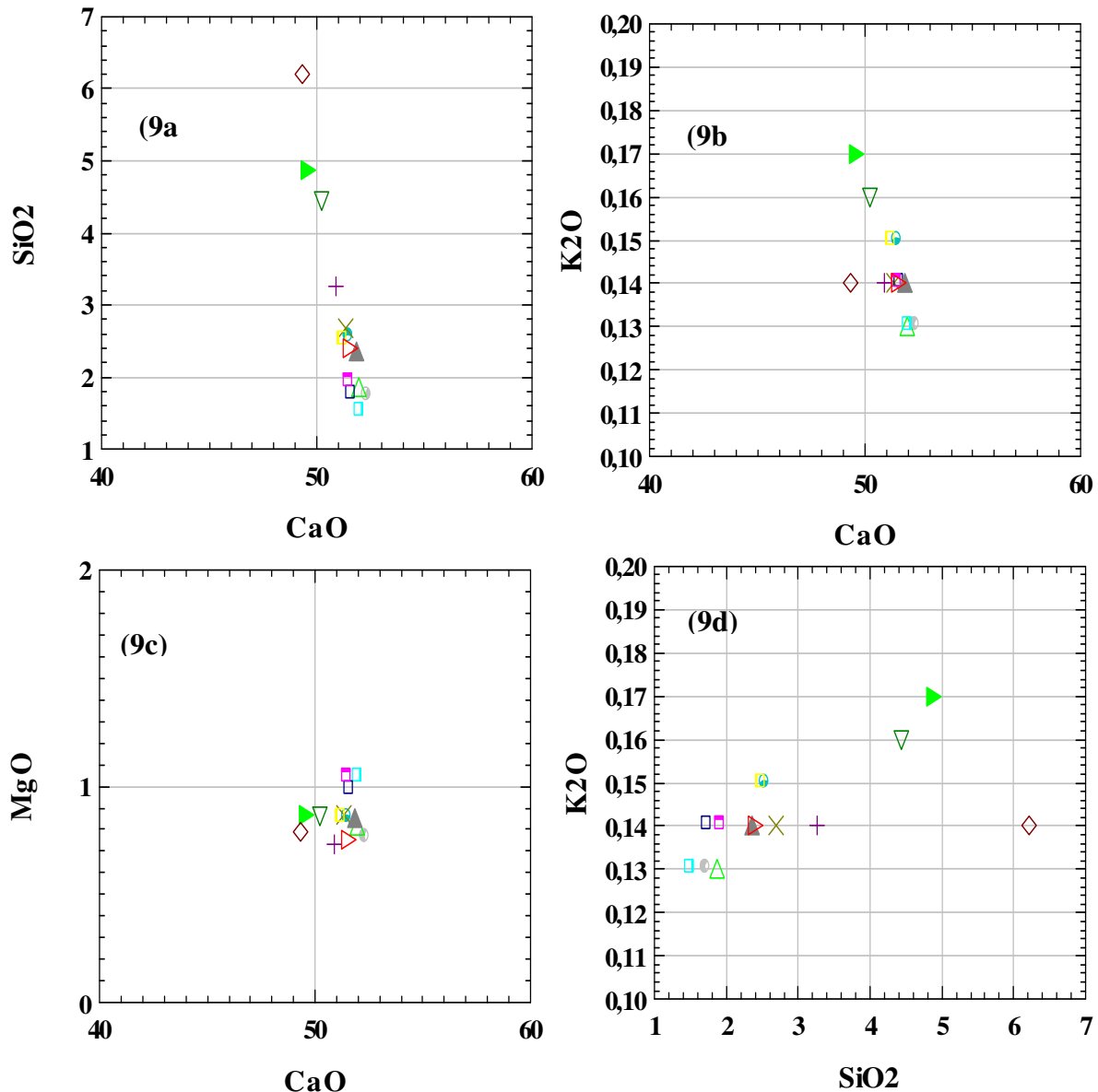


Les rapports K₂O/Al₂O₃ sont faibles et différents de ceux des feldspaths (0,3 à 0,9). Ces rapports appartiennent à la gamme des argiles (0 à 0,3). Ils sont un indicateur de la composition des sédiments d'origine. Les faibles rapports K₂O/Al₂O₃ (0,05 à 0,29) obtenus pour les calcaires indiquent que les sédiments détritiques d'origine étaient très riches en argiles. Les importantes variations (écarts) de ce rapport témoignent de l'hétérogénéité de ces sédiments argileux et indiquent par ricochet qu'ils ont des origines différentes (roches mères variées). Les échantillons qui ont les taux les plus élevés en CaO donnent les plus faibles rapports K₂O/Al₂O₃.

Figure 8: Graphique de variation des teneurs en SO_3 dans les échantillons analysés



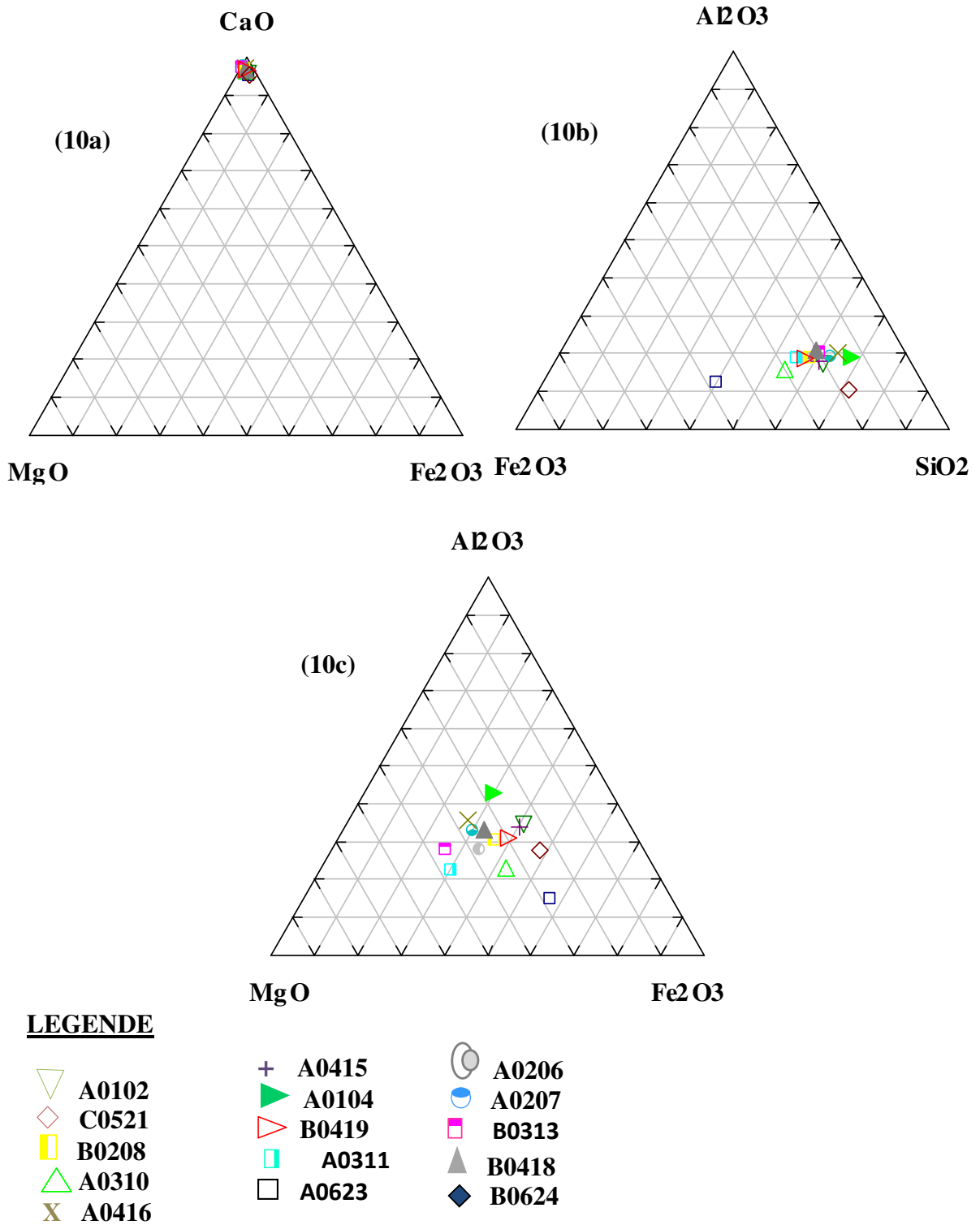
Le graphique de la **figure 8** montre que les échantillons qui contiennent le plus fort taux de SO_3 sont ceux des coupes 6 et 7, toutes deux situées au sud de la carrière. Ce résultat pourrait s'expliquer par une rapide et soudaine augmentation de la bathymétrie. En effet, dans la zone subaérienne de la surface d'un bassin l'oxygène est l'agent le plus actif dans les réactions chimiques. Il fait place avec l'augmentation de la profondeur à l'action du HCO_3^- et du SO_4^{2-} . Encore plus bas, c'est l'activité du sulfure d'hydrogène H_2S qui l'emporte.

Figure 9: Diagrammes binaires comparatifs des caractéristiques géochimiques des échantillons analysés.

La **Figure 9** présente quelques diagrammes géochimiques binaires obtenus après traitement des résultats d'analyse des différents échantillons. A partir de l'analyse de ces diagrammes géochimiques binaires, on retient que les échantillons renferment en général une faible proportion de silice sauf celui provenant du niveau C (**diagramme 9a**). C'est la preuve que la sédimentation détritique a prédominé lors du dépôt de ce niveau. Les **diagrammes 9b et 9d** confirment la diversité des origines des sédiments sources et indiquent que les roches mères aussi bien acides que mafiques ont pourvoyaient de ces sédiments.

Trois types de diagrammes géochimiques ternaires ont été tracés pour les différents échantillons: (1): $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{MgO}$; (2): $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$; (3): $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$.

Figure 10: Diagrammes ternaires comparatifs des caractéristiques géochimiques



Le **diagramme (10a)** montre que les calcaires d'Onigbolo ne contiennent essentiellement que de la calcite. Tous ces calcaires ont un rapport $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ variable (**diagramme 10c**), mais par contre le rapport $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ bien que globalement constant, est disproportionnel en défaveur de Al_2O_3 (**diagramme 10b**).

Les diagrammes montrent que la zone la plus intéressante (richesse en CaO) de la carrière est celle qui couvre les coupes 2, 3 et 4 (tous les niveaux). Le niveau C'est celui qui est le moins riche en CaO mais contient la plus forte proportion de SiO_2 . La baisse progressive du taux de silice du niveau C vers le niveau A traduirait une diminution des apports en sédiments détritiques due au changement des conditions de dépôt provoqué par la diminution de la profondeur (augmentation de l'énergie de transport et l'augmentation de la sédimentation biochimique). Les sédiments très riches en argiles ont pu provenir des roches acides que des roches mafiques. La sédimentation détritique (dépôt de micrite) aurait prédominé lors du dépôt du niveau C alors que pour les niveaux A et B, c'est une sédimentation biogénique qui s'est opérée. Les calcaires d'Onigbolo ne contiennent essentiellement que de la calcite. Les rapports $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ montrent que les sédiments ont plusieurs origines. Le rapport $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ quant à lui montre que ces calcaires ont une faible fraction en Al_2O_3 .

4. Conclusion

La présente étude a permis de préciser les caractéristiques sédimentologiques et géochimiques des calcaires de la région d'Onigbolo.

Sur le plan sédimentologique, les calcaires d'Onigbolo se présentent sur trois niveaux distincts: Un niveau supérieur stratifié, très fossilifère, riche en oolithes et contenant de rares grains de quartz. Un niveau moyen aussi oolithique, bréchoïde, avec de rares grains de quartz. Un niveau inférieur gréseux, compact, riches en quartz et ne contenant quasiment pas de restes fossiles. Ces calcaires sont brunâtres à grisâtres. Les deux niveaux supérieurs de calcaire d'Onigbolo se seraient formés dans un milieu relativement agité alors que le niveau inférieur se serait formé dans un milieu plus calme. Dans l'ensemble, le milieu de dépôt est passé de celui d'une mer profonde (vers la base) à une mer peu profonde (vers le sommet). L'instabilité du niveau marin qui a caractérisé ces étages stratigraphiques est témoignée dans la région par de fréquentes et répétées variations lithologiques (faciès calcaires et argileux). C'est ce que semble indiquer aussi la présence des dépôts bréchoïde, stratifiés et massifs laissés dans les différents niveaux. La présence de faciès bréchoïdes dans les dépôts calcaires du niveau moyen pourrait être le témoin de périodes de sédimentation très agitées.

Sur le plan géochimique, les différents diagrammes montrent que la zone la plus intéressante (richesse en CaO) de la carrière est celle qui couvre le secteur médian de la carrière représenté par les coupes 2, 3 et 4 (tous les niveaux). La baisse progressive du taux de silice du niveau C vers le niveau A traduit une diminution des apports en sédiments détritiques fins (micrite) due à l'augmentation et le changement de l'environnement. Ainsi, avec la diminution de l'énergie de transport le centre de dépôt a été marqué par une importante sédimentation biochimique. Les sédiments très riches en argiles ont pu provenir des roches acides que des roches mafiques. Les calcaires d'Onigbolo ne contiennent essentiellement que de la calcite. Une perte de pureté est observée au sud de la carrière. Le rapport $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ quant à lui montre que ces calcaires ont une faible fraction en Al_2O_3 et donc, qu'ils présentent de bonnes caractéristiques pour la fabrication du ciment.

Remerciements

Les auteurs remercient très sincèrement le Directeur de l'usine du complexe cimentier SCB-Lafarge pour les données fournies sans lesquelles cette étude n'aurait pas abouti. C'est le lieu de remercier tout le staff de l'usine pour leur disponibilité et leur soutien. Enfin nous adressons nos sincères remerciements à l'équipe du journal pour les critiques objectives qui ont permis d'améliorer la qualité de l'article.

Bibliographie

- [1] Bio Lokoto A., 1991. Biostratigraphie et milieu de dépôts dans le bassin sédimentaire côtier béninois du Maestrichtien à l'Eocène inférieur (carrière d'Onigbolo et sondage de Ouinhi). *Mémoire de DEA, Université de Dijon*.
- [2] Boulvain F., 2011. Identification microscopique des principaux constituants des roches sédimentaires. *Notes de travaux pratiques*.
- [3] CALCIM SA., 2009. Rapport de recherche géologique sur le périmètre de recherche de l'arrêté n°083/MRPM/DC/SGM/CTJ/DGM/SA du 24/12/09. Rapport pour l'obtention d'un permis d'exploitation.
- [4] Carbonnel G. & Oyede M., 1991. Les ostracodes paléocènes d'Onigbolo (Bénin), leur place dans le bassin du Togo-Nigéria.
- [5] Carbonel G., De Klasz I., Horvath M., Lang J. & Oyede M., 1996. Microfaunes et milieux de dépôts des niveaux oligocènes surmontant la « discordance oligocène » sur la partie terrestre du bassin sédimentaire côtier du Bénin (Afrique Occidentale).
- [6] Direction des Recherches Géologiques et Minières (DRGM), 2009. Rapport de mission, Etude complémentaire sur le gisement de calcaire d'Ahlan, réalisé pour le compte de la Société des Ciments du Golfe SA. Campagne 2009 (secteur Gakou-Kpota).
- [7] Gebhardt H., Olabissi A. & Olusegun S. A., 2010. Late Paleocene to initial Eocene Thermal Maximum (IETM) Foraminiferal, Biostratigraphie and Paleoecology of the Dahomey Basin, Southwestern Nigeria.
- [8] Idohou N., Adjomayi P. A., Vedobgeton N., Marcos I., Moriba-Djibril A., 1996. Projet de recherche de gypse et calcaire dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin. Rapport de mission. Recherche de calcaire à Ahlan.
- [9] Lang J., Anthony E. J. & Oyede L. M., 1995. Late Quaternary sediments in incised coastal valleys in Benin: a preliminary sequence-stratigraphic interpretation.
- [10] Khunt W. et Kaminski M. A., 1996. Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud; et La réponse des foraminifères benthiques à l'événement de la limite K/T - un bilan.
- [11] Kounnou A. M. C., 2012. Recherche et exploitation de calcaire dans le Bassin Sédimentaire Côtier du Bénin: Bilan et Perspective. Mémoire de maîtrise en Géologie Fondamentale et Appliquée.
- [12] Kpondjo M., Noudeke M., Houngue P., Vedogbeton N., Marcos I., 1997. Projet de recherche de gypse et calcaire dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin. Rapport sur la recherche de calcaire à Ahlan.
- [13] A. Moriba Djibril, N. Vedogbeton, J-C. Kogblevi, K. Ibrahim, N. Idohou, M. Alao (1995) - *Projet de recherche de gypse et calcaire dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin. Rapport de mission. Recherche de calcaire à Ahlan*.
- [14] Nouvelle Cimenterie du Bénin (NOCIBE), 1996. Rapport de recherche géologique sur le périmètre de l'arrêté n° 69/06/MMEE du 27/10/06.
- [15] M. Oyede, I. De Klasz, S. De Klasz, J. Lang, G. Carbonnel, E. Grosdidier, O. Legoux & E. Martini (1992) - *Datation de la discordance dite « oligocène » sur la partie terrestre du bassin sédimentaire côtier béninois (Afrique de l'Ouest)*.
- [16] Projet RESO-BSC (2001) - *Projet Redéfinition du Socle du Bassin Sédimentaire Côtier du Bénin. Synthèse géologique du bassin sédimentaire côtier du Bénin. Centre d'étude Prospective et de Recherches Appliquées*. RC 25.807A-INSAE: 2978324113665.
- [17] Slansky M., 1962. Contribution à l'étude géologique du bassin sédimentaire côtier du Dahomey et du Togo. Mémoires du bureau de recherches géologique et minières n°11.
- [18] Société des Ciments Du Sahel (CDS-SA), 2008. Rapport de prospection du calcaire Paléocène du gisement de Massè.

- [19] Yevide H., Tossa C., Bio Lokoto A., Ibrahim K., Dakossi F., Vedogbeton N., Kobglevi J-C., 1993. Projet de recherche de gypse et calcaire dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin. Rapport de mission de recherche du calcaire à Ahlan.
- [20] Zevounou C., Kaki C., Laibi R. A. & Oyede L. M., 2012. Caractéristiques pétrostratigraphiques et conditions de genèse des phosphates du Paléogène dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin (Golfe du Bénin).