

Article N°20

Titre de l'article : Caractéristiques sédimentologiques et potentialités économiques du gypse de Pobè et de Ouinhi dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin

Auteurs : HOUNKPATIN J., **KAKI C.**, d'ALMEIDA G., KIKI A.

Source : Revue Internationale des Sciences Appliquées (2018). 1 (2) :11-17

Type de revue : A comité de lecture

ISSN de la revue : ISSN-1840-8869

Site Web de la revue: <http://bec.uac.bj/>

Caractéristiques : 07 pages, 01 tableau, 09 figures, 00 photos et 20 références bibliographiques

Langue de publication: Français

Mots clés : Gypse, argile, bassin sédimentaire côtier du Bénin, Pobè, Ouinhi





Caractéristiques sédimentologiques et potentialités économiques du gypse de Pobè et de Ouinhi dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin

HOUNKPATIN J.^{1*}, KAKI C.¹, d'ALMEIDA G.¹, KIKI A.¹

¹Département des Sciences de la Terre/Faculté des Sciences et Technique/Université d'Abomey Calavi (DST/FAST/UAC), 01 BP 526 Cotonou (Bénin)

*Correspondance : Juliette_hounkpatin@yahoo.fr

Résumé

Le gypse est une roche saline présente au Sud-Est du bassin sédimentaire côtier du Bénin. La présente étude vise à déterminer ses caractéristiques sédimentologiques et ses potentialités économiques dans les localités de Pobè et de Ouinhi. Pour ce faire, les analyses pétrographiques et géochimiques de 48 échantillons provenant de 23 sondages carottés et d'un puits artisanal ont été réalisées. Les lames minces réalisées sur ces échantillons présentent dans le secteur de Pobè, des cristaux millimétriques à centimétriques de gypse disséminés dans de l'argile feuilletée grise. Par contre dans le secteur de Ouinhi, les cristaux sont plus allongés et disposés perpendiculairement aux épontes formant ainsi des plaquettes de 2 à 5 cm d'épaisseur environ intercalées dans des couches d'argile feuilletée grise. La mise en place du gypse semble coïncider avec les périodes d'assèchement en rapport avec les variations eustatiques du bassin. En tenant compte de la taille des cristaux et de l'épaisseur des bancs de gypse, les conditions semblent avoir été plus favorables à la formation de gypse à l'Ouest (Ouinhi), qu'à l'Est (Pobè). Avec une teneur moyenne de 16%, une pureté en anhydrite sulfurique de 48,45% et des réserves non encore estimées, le gypse pourrait constituer un intéressant gisement dans le bassin sédimentaire côtier dont l'exploitation peut servir à ajouter du clinker pour la fabrication du ciment. Il peut être également utilisé pour la fabrication du plâtre et servir de purifiant pour les eaux usées.

Mots clés : Gypse, argile, bassin sédimentaire côtier du Bénin, Pobè, Ouinhi.

Abstract

Gypsum is a saline rock present in the southeast of Benin coastal sedimentary basin. The present study aims to determine its sedimentological characteristics and its economic potentialities in the localities of Pobè and Ouinhi. To do this, petrographic and geochemical analyzes of 48 samples from 23 core holes and one artisanal well were realized. The thin sections made on these samples present in the Pobè sector, millimetric to centimetric crystals of gypsum disseminated in gray laminated clay. On the other hand, in the Ouinhi sector, the crystals are more elongated and arranged perpendicularly to the clays, thus forming platelets approximately 2 to 5 cm thick, inserted in thin layers of gray laminated clay. The sediment condition of the gypsum seems to coincide with the periods of drying in relation to the eustatic variations of the basin. Considering the size of the crystals and the thickness of the banks of gypsum, the conditions seem to have been more favorable to the formation of gypsum in the West (Ouinhi), than in the East (Pobè). With an average content of 16%, a purity of 48.45% sulfuric anhydride and reserves not yet estimated, gypsum could be an interesting deposit in the coastal sedimentary basin whose exploitation can serve as an addition to clinker for the cement manufacture. It can also be used for the manufacture of plaster and serve as a purifier for waste water.

Keywords: Gypsum, clay, Benin coastal sedimentary basin, Pobè, Ouinhi.

1. Introduction

Le gypse est une roche saline qui se forme par évaporation d'eau sursaturée en sulfate de calcium. Il s'agit généralement d'une précipitation à partir de séquence évaporitique faite de carbonates et sulfate de calcium et de magnésium, chlorures de sodium et de potassium (Chneiser, 1948 ; Descouens, 1984, Beaux et al., 2012 ;). Le gypse est très prisé dans la production du ciment, en médecine pour la fabrication de plâtre, dans l'industrie alimentaire pour la purification des boissons et autres. Dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin, des indices ont été révélés par plusieurs auteurs (Slansky, 1962 ; Mackay et Schnellman, 1966 ; Atger et al., 1977 ; OBEMINES, 1989 ; Yèvidé et al., 1993 ; OBRGM, 2007) et se retrouvent presque tous dans l'Eocène moyen et quelques-uns dans l'Eocène inférieur et le Paléocène. Dans la partie sud-est dudit bassin, à Pobè et Ouinhi, ces indices sont présents et confirmés par des sondages carottés réalisés par les sociétés cimentières exerçant au Bénin. Dans le but de connaître les caractéristiques sédimentologiques et géochimiques ainsi que les conditions de formation du gypse traversé par ces sondages, la présente étude qui s'appuie sur les données de forage et de puits artisanal vise à ressortir sa valeur économique pour son utilisation.

2. Cadre de l'étude, matériel et méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

Situé dans la partie Sud-est du bassin sédimentaire côtier du Bénin (Figure 1), le milieu d'étude fait partie de la zone orientale de la dépression de la Lama. Il est limité au Nord par le plateau de Kétou et au Sud par celui de Sakété. À l'Est, il est limité par la frontière du Nigéria et à l'Ouest par les rebords du fleuve Ouémé. Il est compris entre les méridiens 2°28' et 2°46' E et les parallèles 6°58' et 7°12' N. Les formations géologiques qu'on y rencontre sont du Crétacé supérieur (Maastrichtien) au Récent caractérisées notamment par les argiles, les calcaires et les sables. Ainsi, la succession lithostratigraphique proposée par les auteurs (Slansky, 1962 ; Houessou, 1980 ; Akpiti, 1982 ; akpiti et al, 1985 ; Breda, 1987 ; Bio lokoto et al., 1997 ; Kaki et al., 2007) est une échelle à 8 unités dont certaines couvrent plusieurs étages. Les unités de notre zone d'étude sont :

Maestrichtien- Paléocène inférieur et moyen : Cet ensemble comprend à la base des faciès

variés : argiles, marnes, sables et calcaires et au sommet des calcaires zoogènes, avec des intercalations de sable (Oyédedé, 1991).

Paléocène supérieur – Yprésien : Cet ensemble comporte essentiellement des faciès argilo-marneux parfois finement feuilletés et à attapulgitite, avec des horizons glauconieux, phosphatés et sableux. Quelques niveaux dolomitiques et de calcaire sont présents le long de la succession argileuse. Egalement, de petites séquences de gypses se retrouvent dans ces argiles et marnes de l'Yprésien.

Eocène moyen : l'Eocène moyen (Lutétien) est également à dominance marneuse parfois riche en phosphates avec de nombreux et fins lits gypseux et cristaux de gypse. Il renferme également quelques niveaux de calcaire parfois à nummulites. Des niveaux coquilliers, devenant eux-mêmes plus importants en nombre et en épaisseur dans la partie supérieure de l'unité, sont intercalés d'argiles kaoliniques et de lits sablo-silteux.

Miocène inférieur : non affleurant, le miocène inférieur comprend des argiles kaoliniques silto-sableuses, sables quartzeux verdâtres glauconieux, phosphatés avec quelques passées carbonatées, argiles calcaires gris-verdâtres glauconieuses à passées calcaires.

Miocène supérieur : Il comprend des sédimentations argilo-sableuses, parfois conglomératiques avec de petites épaisseurs de niveaux grésifiés, indurés, d'origine diagénétique, d'extension latérale plus ou moins grande. Il est couronné par un mélange assez homogène d'argiles kaoliniques et de sables quartzeux fins et moyens appelés terre de barre. (Houessou et Lang, 1978).

Sur le plan structural, les formations géologiques de la zone étudiée présentent une structure monoclinale faiblement inclinée (3 degré) vers le Sud ou le Sud-ouest et sont affectées par quelques failles de direction ENE-WSW (Figure 1).

2.2. Matériel et méthode

Le matériel utilisé est constitué d'une sondeuse Ecofore, d'un appareillage de confection de lame mince, d'un microscope polarisant et d'un analyseur carbone souffre CS-230 de marque LECO.

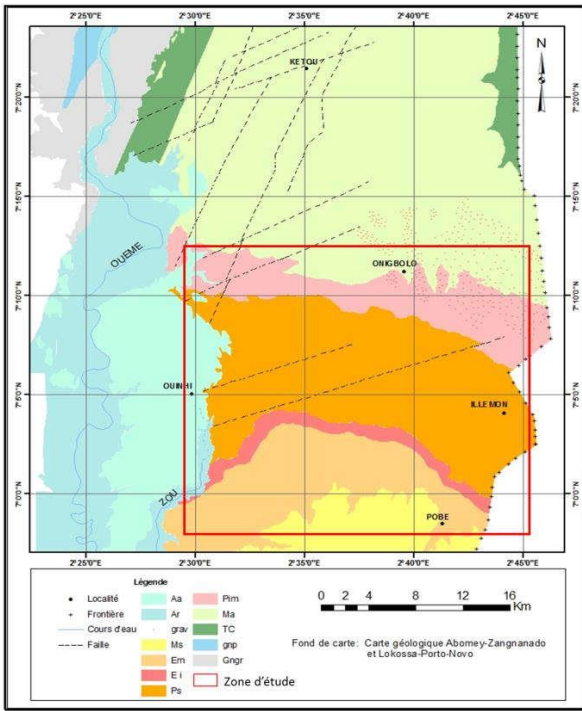


Figure 1 : Carte géologique et structurale de la zone d'étude

Légende : Aa : alluvions anciens ; Ar : alluvions récentes ; grav : gravier ; Ms : Miocène supérieur ; Em : Eocène moyen ; Ei : Eocène inférieur ; Ps : Paléocène supérieur ; Pim : Paléocène inférieur-moyen ; Ma : Maestrichtien ; TC : Turonien-Coniacien ; gnp : gneiss alcalins à pyroxène ; gngr : gneiss à biotite et hypersthène.

La méthodologie adoptée a consisté en la collecte des données (revue documentaire, travaux de terrains et de laboratoire), au traitement des données par les logiciels Arc View 3.2, Arc Gis 9.3., Excel et l'interprétation des résultats.

La revue documentaire a consisté à faire la synthèse des travaux antérieurs réalisés sur le gypse dans le bassin sédimentaire du Bénin et ailleurs dans le monde.

Les travaux de terrain se sont déroulés dans la commune de Pobè (villages de Ahoyéyé, Igbidi, Issaba, Ihoro et Iganan) et vingt-trois sondages carottés ont été réalisés sur une superficie de 435 km² suivant une maille irrégulière variant entre 500 et 2500 m. Par contre à Ouinhi, les résultats d'un puits artisanal réalisé par l'Office Béninois de Recherches Géologiques et Minières (OBRGM, 2007) ont été exploités. Au total quarante-huit (48) échantillons ont été prélevés pour analyses et deux coupes lithologiques ont été réalisées suivant les directions NW-SE passant par P16, P6 et P5 et W-E passant par P25, P22, P21 et P7.

Les travaux de laboratoire ont consisté en la réalisation des lames minces d'échantillons de roche suivant la méthode de Beaux et al. (2012) et leur observation au microscope optique de marque Jeulun. Aussi, les analyses chimiques ont été faites afin de déterminer la qualité du gypse pour son utilisation dans les domaines cités plus haut. Ainsi, les analyses chimiques ont été effectuées dans le laboratoire de contrôle de qualité de CIMBENIN et ont porté sur la détermination du taux d'anhydrite sulfurique (SO₃) contenu dans le gypse. A cet effet deux méthodes de dosages ont été utilisées. Il s'agit de la méthode de détermination directe par analyseur carbone-soufre CS-230 de marque LECO et la méthode gravimétrique qui est une méthode de détermination indirecte afin de comparer les résultats.

3. Résultats et discussions

3.1. Analyses lithologiques des sondages et de puits

Les sondages et puits ont renseigné sur la succession des différents faciès lithologiques notamment la profondeur du toit des minéralisations gypseuses de même que l'épaisseur des couches. Sur les vingt-trois (23) sondages réalisés, sept n'ont pas traversé le niveau de gypse le gypse (Figure 2).

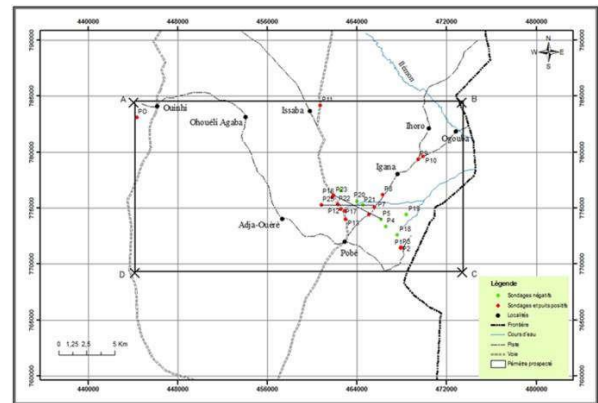


Figure 2 : Périmètre de prospection montrant le positionnement des sondages et puits

Légende : Points verts : sondages négatifs ; Points rouges : sondages et puits positifs ; Points noirs : localités

Ces sondages seraient situés soit en dehors des niveaux de précipitation de gypse soit ils n'ont pas pu atteindre le toit de la formation argileuse gypsifère. Le gypse est souvent rencontré dans des sondages en un ou deux niveaux sous un recouvrement variant entre 2,95 m et 11,75 m. Dans cette localité, le gypse se présente sous

formes de cristaux saccharoïdes millimétriques à centimétriques dans des argiles feuilletées grises parfois calcaires (Figure 3A). A l'étape actuelle des connaissances de la zone, le gypse ne constitue pas un minéral mais est rencontré sous forme de fins cristaux dans les argiles qui constituent la gangue.

A Ouinhi, le gypse a été rencontré en continu à partir de 6,85 m de profondeur jusqu'à 8,70 m (profondeur du puits) sans atteindre le mur de la formation ; soit une épaisseur de gypse dépassant 1,85 m. Dans le puits de Ouinhi, le gypse se présente en cristaux formant des plaquettes de 2 à 5 cm d'épaisseur intercalées de lits fins d'argile feuilletée (0,2 à 1 cm) (Figure 3B). Ces cristaux sont de grande taille (2 à 5 cm de long), et ont un aspect fibreux. Compte tenu de la taille et de la forme des cristaux, le secteur de Ouinhi présenterait les meilleures conditions d'une précipitation de gypse comparativement à celui de Pobè.



Figure 3: Planche photographique des gypses de Pobè et Ouinhi (A : Cristaux de gypse dispersés dans de l'argile calcaireuse à Pobè, B : Portion de plaquette de gypse de Ouinhi)

Les différents faciès de roches et leur succession lithologique au toit et au mur des formations argileuses gypseuses sont illustrés par les logs de sondages des figures 4 et 5 et du puits de Ouinhi (puits PO) (Figure 6).

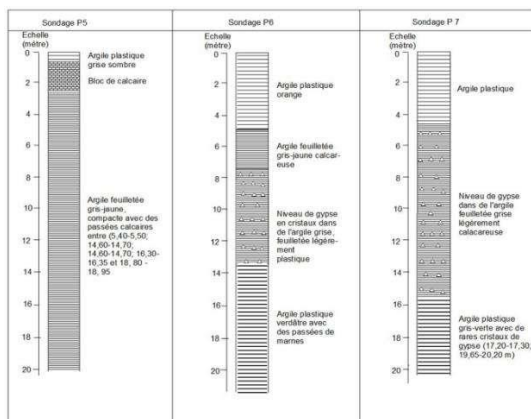


Figure 4 : Coupes lithologiques des sondages P5, P6 et P7 de Pobè

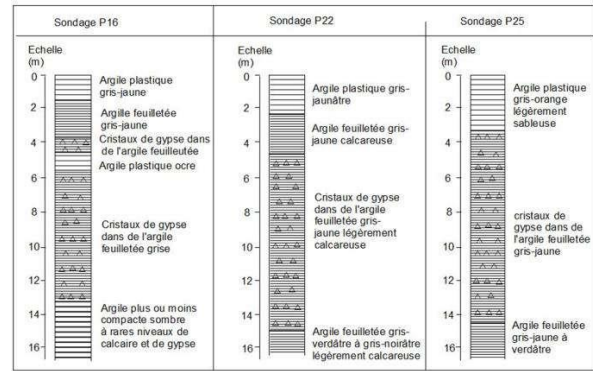


Figure 5 : Coupes lithologiques des sondages P16, P22 et P25 de Pobè

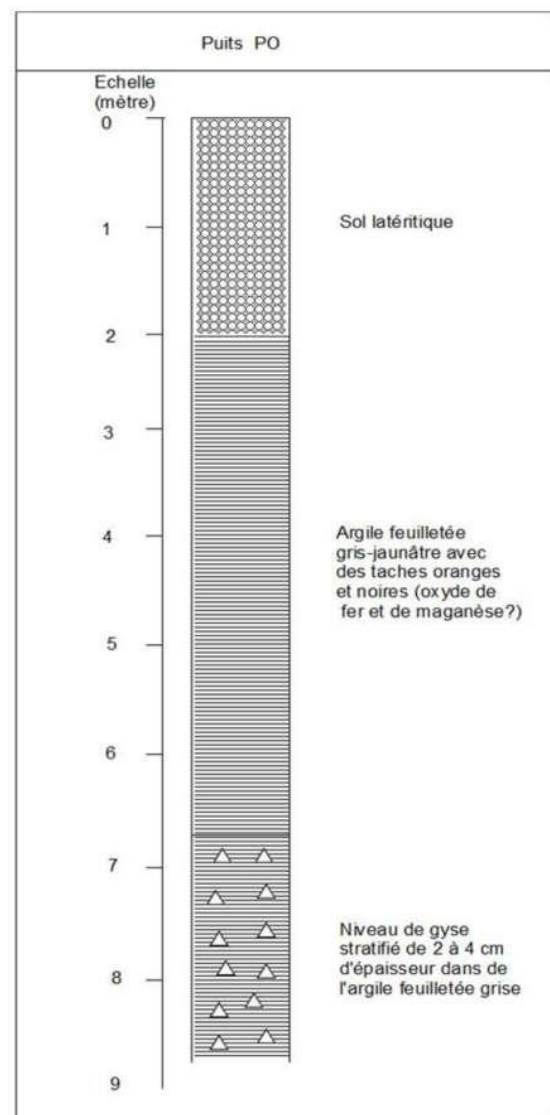


Figure 6 : Coupe lithologique du puits PO de Ouinhi

3.2. Analyse microscopique et interprétation

Les échantillons de roche prélevés à Pobè pour l'analyse microscopique sont constitués de cristaux de gypse à grains saccharoïdes dispersés dans de l'argile feuilletée gris jaune à verdâtre. Avec un éclat nacré, ces cristaux sont tendres (rayables à l'ongle) et sans cassure. Au microscope polarisant, on observe sur les lames des échantillons de Pobè, des cristaux tabulaires sub-automorphes dans une plage d'argile (Figure 7-1). Cette lame ne renferme pas de cristaux d'anhydrite. L'absence d'anhydrite montre que le gypse s'est formé dans un milieu calme probablement lagunaire plus ou moins confiné à faible subsidence et de faible température.

L'échantillon de gypse de Ouinhi analysé se présente sous une forme de plaquette constitué de cristaux allongés de grande taille (2 à 5 cm). Avec un éclat nacré à gris, ces cristaux sont tendres (rayables à l'ongle) et sans cassure. Au microscope polarisant, la lame réalisée avec l'échantillon de Ouinhi présente des cristaux de gypse et d'anhydrite (Figure 7-2). Ces derniers étaient déformés. Cette lame renfermait 85% de gypse et 15% d'anhydrite. La lame a présenté à la fois des cristaux d'anhydrite et de gypse. Le milieu de sédimentation aurait donc subi une subsidence plus ou moins prononcée sous une température relativement élevée.

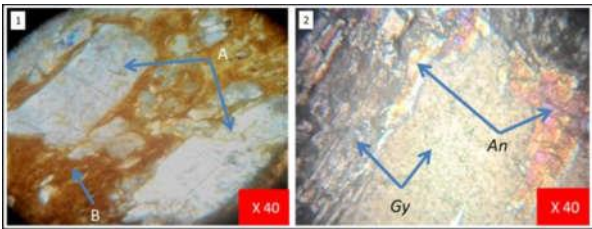


Figure 7 : Microphotographies des échantillons de gypse observés en lames minces au microscope polarisant

Légende : 1- Echantillon de Pobè (A : cristaux de gypse ; B : plage d'argile) ; 2- Echantillon de Ouinhi (An : cristaux d'anhydrite, Gy : cristaux de gypse)

3.3. Extension de la minéralisation gypseuse

Les sondages et puits de même que les coupes lithologiques ont permis d'apprécier sommairement l'extension de la minéralisation du gypse dans notre zone d'étude.

En effet, du point de vue géologique, les minéralisations du gypse sont plus importantes dans le secteur de Ouinhi avec des plaquettes de

gypse pur séparées de très minces lits d'argiles feuilletées que dans le secteur de Pobè où la minéralisation n'est pas nette (argile à gypse) et où les cristaux de gypse sont millimétriques et disséminés dans de l'argile feuilletée.

Cependant, les données limitées à un seul puits pas assez profond réalisé à Ouinhi ne permettent pas d'apprécier l'extension spatiale de la couche de gypse décelée. Puisque dans ce secteur, aucun forage n'a traversé entièrement les niveaux à gypse, la puissance de la formation à gypse devra également être précisée lors des futurs travaux de prospection.

La coupe réalisée suivant la direction NW- SE (Figure 8) montre que l'épaisseur de la formation argileuse gypsifère décroît progressivement du NW vers le SE.

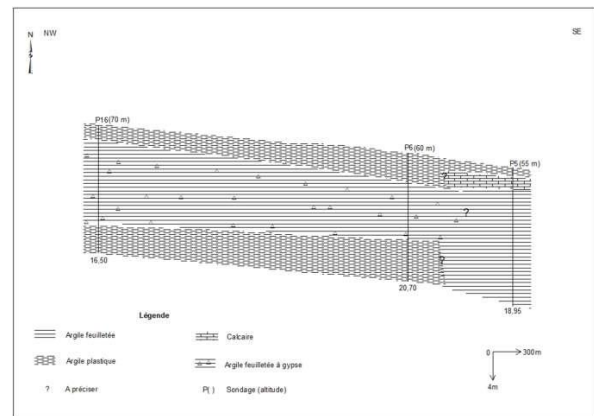


Figure 8 : coupe lithologique reliant les sondages P16, P6 et P5 positionnés sur la carte montrant le périmètre prospecté

Suivant la direction W-E, la coupe passant par P25, P22, P21 et P7 (Figure 9) montre que l'épaisseur de la formation argileuse gypsifère varie très peu vers l'Est. L'épaisseur du niveau d'argile à gypse décroît légèrement quand on évolue de l'Ouest (11m) vers l'Est (10,45m). Par ailleurs, vers la limite est du périmètre à gypse, le sondage P21 n'a pas traversé du gypse, ce qui dénote d'une dénivellation de cet endroit lors de la précipitation du gypse.

3.4. Teneur et qualité chimique du gypse

La synthèse des résultats d'analyse chimique est présentée dans tableau 1. Il ressort de ces résultats que l'argile gypsifère a une faible teneur en gypse. La teneur moyenne au niveau des échantillons collectés avoisine 16% en gypse. Par contre, ce gypse est de bonne qualité chimique. Son degré de pureté en anhydrite sulfuriques s'élève à 48,45%.

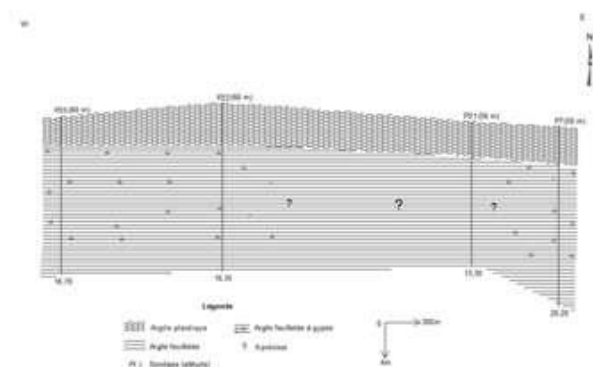


Figure 9 : coupe lithologique reliant les sondages P25, P22 et P7 positionnés sur la carte montrant le périmètre prospecté

Tableau 1 : Synthèse des résultats d'analyse chimique (méthode par analyseur CS-230)

Sondages	Profondeur (m)	Recouvrement (m)	Épaisseur d'argile gypsifère (m)	Teneur moyenne de gypse (%)	Taux moyen en SO ₃ (%)	Nombre d'échantillons prélevés et analysés
P23	17,65	2,90	14,77	18,81	50,40	24
P25	16,70	3,40	12,90	12,31	46,50	22
Moyenne	-	-	-	15,56	48,45	-

3.5. Conditions de formation du gypse dans le secteur de Pobè et de Ouinhi

Les formations gypsifères observées dans l'onshore du Bassin Sédimentaires Côtier se seraient mises en place lors du dernier stade d'évolution du bassin, notamment au Paléogène. En effet plusieurs lacunes sédimentaires ont été mises en évidence dans le Paléogène grâce aux travaux de Oyédé (1991) et aux investigations biostratigraphiques faites par Zevounou (1992). Ces lacunes correspondent aux biozones NP8 (base du Thanétien), NP10, NP12 et NP 13 (base et sommet de l'Yprésien) et NP16 à NP24 (plus de la moitié supérieure de l'Eocène moyen à la base de l'Oligocène supérieur). Ces hiatus qui correspondaient aux périodes d'assèchement du bassin ont favorisé la précipitation des évaporites au Paléocène supérieur, Eocène inférieur et moyen.

Au Paléocène, à la suite des roches carbonatées, se sont accumulées surtout des argiles avec quelques niveaux calcaires ou de glauconie sur une surface ondulée d'argiles feuilletées (Zevounou, 1992). La présence de niveaux de sable glauconieux correspondrait à une régression marine au Paléocène. Le retrait de la mer étant une condition favorable aux précipitations

d'évaporites, le gypse s'est donc précipité dans les bassins émergés contigus à l'océan. Les niveaux à gypse se sont mis en place après la formation de niveaux glauconieux.

A l'Yprésien, la sédimentation s'est poursuivie sur une courte durée située entre deux périodes de non dépôt et s'est traduite par l'accumulation des argiles à attapulgite avec des lits calcaires et de gypse. Ces périodes de non dépôts correspondent aux périodes d'assèchement du bassin ayant favorisé la précipitation du gypse.

Au Lutétien, en plus du caractère lagunaire du bassin le climat était chaud et sec, donc favorable à la précipitation de gypse. C'est d'ailleurs l'Eocène moyen qui est connu comme le plus gypsifère du Paléogène. Il est caractérisé par les plus hautes teneurs en gypse (16%) dans les coupes où nous avons échantillonné. Les niveaux de gypse à plus haute pureté (48,45%) décrits plus haut appartiennent à cet âge.

3.6. Potentialités économiques du gypse

Les potentialités économiques déduites de l'analyse des différentes épaisseurs ainsi que de la morphologie des gypses. En dehors de la zone de Ouinhi où le gypse se présente sous forme de minces couches qui alternent avec de l'argile, dans la zone de Pobè, les cristaux de gypse se présentent sous forme de cristaux disséminés dans les argiles et dont les épaisseurs sont difficiles à apprécier. Par conséquent il est difficile de faire une estimation de réserve de ce gypse qui permettrait de conclure sur cette potentialité. A l'étape actuelle de la recherche sur le gypse, nous ne saurions conclure d'une éventuelle exploitation commerciale puisque les gypses traversés ne constituent véritablement pas un gisement.

4. Conclusion

Les gypses dans le secteur de Ouinhi et de Pobè présentent une variabilité spatiale à mettre en évidence avec les variations eustatiques intervenues au Paléogène. En tenant compte de la taille des cristaux et de l'épaisseur des niveaux gypseux, les conditions semblent avoir été plus favorables à la formation de gypse à l'Ouest (Ouinhi) qu'à l'Est (Pobè) de notre secteur d'étude. En effet, les niveaux d'argile gypsifères sont discontinus dans le secteur de Pobè situé à l'Est. Ce gypse est de bonne qualité chimique avec une concentration en anhydride sulfurique (SO₃) de 48,45%. Sur le plan économique, les étapes actuelles de prospection ne permettent pas d'estimer les réserves géologiques exploitables.

Nous ne saurions donc conclure d'une éventuelle exploitation commerciale puisque les gypses traversés ne constituent véritablement pas un gisement. Il reste à poursuivre les investigations pour les réserves commerciales.

Références bibliographiques

Akpiti S., 1982. Biostratigraphie de l'Eocène de la région de Zoungbonou - Cahiers de micropaléontologie 2, 81-90.

Akpiti S., Clauer N., Houessou A., Lang J., Tisserant D., 1985. Datation isotopique K-Ar d'un minerai de sable glauconieux à la limite Paléocène Eocène dans le bassin côtier béninois. *Journal of African Earth Sciences*, 3, 4, 487-490.

Atger M., Depciuch T., Houessou A., de Vries E. H., 1977. Rapport sur la prospection géologique et géochimique des phosphates dans la zone XI-Bassin Côtier, Cotonou, octobre 1977, 78 p.

Beaux J-F., Platevoet B., Fogelgesang J-F., 2012. Atlas de pétrologie, édition Dunod, Paris, 2012, 1-12.

Bio Lokoto A., Carbonnel G., de Klasz I., Lang J., Salard-Cheboldaëff M., 1997. Données nouvelles biochronologiques et paléocéologiques sur le bassin sédimentaire côtier du Bénin entre le Crétacé supérieur et l'Eocène basal (Afrique de l'Ouest). 13^e Colloque Africain de Micropaléontologie, Yaoundé, 03 -13 Mars.

Chneïser V.E., 1948. Les exigences de l'industrie aux qualités des ressources minières gypse, édition 50 Gosgueolizdat, 59 p.

Descouens D., 1984. Les Mines de gypse d'Arnavé et Arignac, dans *Monde et Minéraux*, vol. 62, 16-17.

Houessou A., 1980. Aperçu sur le Bassin Sédimentaire Côtier de la République du Bénin, Rapport Obemines, 13 p.

Houessou A., Lang J., 1978. Contribution à l'étude du Continental Terminal dans le Bénin Méridional. *Science Géologique. Bull.31- 4* Strasbourg, 137-149.

Institut de Recherches Breda, 1987. Notice explicative de la carte géographique à I: 200 000

feuilles Pira-Savè, Abomey-Zagnanado, Lokossa - Porto-Novo, Obemines, Mémoire, 3 ; 77 p.

Kaki C., Laibi R. A., Yessoufou S., Zevounou C., (2007). Stratigraphie et phosphatogénèse du Paléogène béninois (Baie du Bénin). Colloque de l'Université d'Abomey-Calavi, Actes, 230-240.

Mackay L., Schnellmann G. A., 1965-1967. Enquête sur les phosphates du Dahomey, 115 Moorgrate, Londres, E. C. 2, 26 p.

OBEMNE, 1989. Notice explicative de la carte géologique à 1/200 000, Feuilles Abomey-Zagnanado et Lokossa- Porto Novo. Mémoire n°4, 77 p.

OBRGM 2007. Etude complémentaire sur le gisement de calcaire d'Ahlan, campagne 2007, secteur Aïzè-Ouinhi, 17 p.

Oyédé L.M., 1991. Dynamique sédimentaire actuelle et messages enregistrés dans les séquences quaternaires et néogènes du domaine margino-littoral du Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat nouveau régime, Université de Bourgogne et Université Nationale du Bénin, 302 p.

Projet Minier Ben/81/008. Le gypse dans le bassin côtier, évaluation des possibilités de l'existence de gypse et la répartition de ces indices dans le bassin côtier.

RESO-BSC, 2001. Redéfinition du socle du Bassin Sédimentaire Côtier du Bénin, synthèse géologique du Bassin Sédimentaire Côtier du Bénin, 141 p.

Slansky M., 1962. Contribution à l'étude géologique du bassin sédimentaire côtier du Dahomey et du Togo, mémoires du bureau de recherche géologiques et minières, 270 p.

Yèvidé H., Sadonou N., Ibrahim K., 1993. Rapport de prospection volante pour la recherche du gypse et calcaire dans le bassin sédimentaire côtier, 15 p.

Zevounou C., 1992. Géologie, quelques questions de biostratigraphie et de phosphatogénèse du bassin sédimentaire côtier du Bénin, thèse Ph.D. en Géologie à l'Université de l'Amitié des peuples de Moscou, 204 p.