

## Formations géologiques de la glauconie du bassin sédimentaire côtier du Bénin : possibilités d'utilisation pour la fertilisation des sols côtiers

N. YALO<sup>9</sup>, A. ADJANOHOUN<sup>10</sup>, L. ADISSIN GLODJI<sup>9</sup> et C. KAKI<sup>9</sup>

### Résumé

Dans les pays tropicaux, la minéralisation de la matière organique est accélérée sous l'effet conjugué du climat et des cultures. La zone littorale du Bénin présente une situation encore alarmante du fait de la teneur en sable de ces sols. Une synthèse documentaire a été faite pour connaître la localisation et les caractéristiques physico-chimiques de la glauconie disponible dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin. Il ressort de cette étude que les formations glauconieuses du bassin sédimentaire côtier du Bénin sont localisées dans le secondaire et le tertiaire. Le niveau glauconieux accessible le plus important est situé entre le Paléocène supérieur et l'Yprésien. D'une épaisseur de 30 à 50 cm, ce niveau affleure dans la partie centrale du bassin sédimentaire côtier du Bénin, notamment dans les localités de Toffo, Sèhouè, Ouegbo et Onigbolo. Les grains de la glauconie de type IM (Illite-Montmorillonite) seraient ovoïdes, plus ou moins craquelés et de longueur variant de 0,05 à 0,1 mm. Ils sont de couleur vert foncé, vert pâle, brune à rouille. La glauconie de la localité d'Onigbolo est alcaline : pH 8,3 en eau et 7,2 en KCl. La glauconie de la localité de Hlagba Dénou est très acide : 3,3 en eau et 3,1 en KCl. Les teneurs en P et K des sédiments sont très faibles pour garantir une nutrition des cultures maraîchères.

**Mots clés** : grains de la glauconie, localisation, caractéristiques physico-chimiques, Bénin

### Geological formations of the glauconite of Benin coastal sedimentary basin: use possibilities for the fertilization of littoral soils

### Abstract

In the tropical countries, the mineralization of the organic matter is accelerated under the combined effect of the climate and the cultures. The littoral zone of Benin presents a situation still alarming because of the content of sand of these grounds. A literature review was done in order to know the localization and physicochemical characteristics of the glauconite available in the coastal sedimentary basin of Benin. It comes out from this study that the glauconitic formations of the coastal sedimentary basin of Benin are localised in the secondary and the tertiary sector. The most important accessible glauconitic level is located between the upper Paleocene and Ypresian. Of a thickness from 30 to 50 cm, this level flushes with the central part of the coastal sedimentary basin of Benin, in particular in the localities of Toffo, Sèhouè, Ouegbo and Onigbolo. Glauconite grains of IM (Illite-Montmorillonit) type would be ovoid, more or less cracked and with a length varying from 0.05 to 0.1 mm. They are dark green color, pale, brown green with rust. The glauconite of the Onigbolo locality is alkaline: pH 8.3 in water and 7.2 in KCl. The glauconite of the Hlagba Dénou locality is very acid: 3.3 in water and 3.1 in KCl. Lower contents of phosphates and potassium in the sediments don't guarantee the nutrition of market gardenings.

**Keys words**: Grains of the glauconite, localization, physicochemical characteristics, Bénin,

### INTRODUCTION

La zone littorale du Bénin est formée de cinq unités de sols (Wolf et Dorosdoff, 1976) :

- les sols ferrallitiques désaturés appauvris sur matériau érodé des plateaux environnants et déposés dans les petites dépressions entourant les sols hydromorphes organiques à gley et non salés, indifférenciés sur du matériau alluvial.

<sup>9</sup> Dr YALO Nicaise, Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, email : yalonic@yahoo.fr

<sup>10</sup> Dr Ir. ADJANOHOUN Adolphe, Centre de Recherches Agricoles Sud-Bénin, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, email : [adjanohouna@yahoo.fr](mailto:adjanohouna@yahoo.fr)

Ir. ADISSIN GLODJI Luc, Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, lucadissin@yahoo.fr

Dr Ir. KAKI Christophe, Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, kakichris@yahoo.fr

- les sols minéraux bruts peu évolués, développés sur le cordon subactuel et actuel de sables bruns ;
- les sols hydromorphes, organiques à gley souvent salés sur du matériel lagunaire : c'est le domaine de prédilection de la mangrove ;
- les sols minéraux hydromorphes à gley sur sable marin quaternaire, développés sur les cordons médians de sable gris et les cordons internes de sables jaunes.

Ces sols se sont formés sur des sédiments argilo-sableux et sablo-argileux, très profonds et bien drainés avec souvent une bonne fertilité originelle qui se perd très vite.

Dans les pays tropicaux, la minéralisation de la matière organique est très accélérée sous l'effet conjugué du climat et des cultures. Cet état de chose qui provoque la perte des éléments nutritifs destinés aux cultures est dû à la très faible capacité de rétention et d'échanges des cations des argiles (essentiellement des kaolinites) qui composent ces sols (Pichot, 1987 ; DRA, 1990, 1991 et 1992). La zone littorale du Bénin présente une situation encore alarmante du fait de la teneur en sable de ces sols. Des recherches ont été menées en vue de la mise au point d'innovations de maintien ou de restauration de la fertilité de ces sols. L'adoption de ces technologies connaît souvent peu de succès du fait qu'elles contrarient les pratiques et habitudes des producteurs. Cet état de chose fournit des arguments solides pour poursuivre la recherche de technologies capables de résoudre le problème de la détérioration de la fertilité des sols cultivés tout en maintenant le producteur en grande partie dans ses habitudes. Dans ce cadre, l'utilisation de la glauconite revêt une grande importance. La glauconite est un minéral homéotype ferrique de l'illite qui se présente sous la forme de grains vert-sombre. Son organisation cristalline lui confère des aptitudes à améliorer la fertilité des sols. En effet, lors des processus de l'altération, ce sont ces cations qui sont le plus aisément mis en solution contribuant ainsi à la fertilité des sols.

L'utilisation de ces dépôts marins comme amendements des sols du sud-Bénin (terre de barre et sols sableux de la zone littorale) serait une alternative très importante du fait des faibles teneurs en base échangeable de ces sols. Il s'avère nécessaire de faire une étude en vue de circonscrire les gisements de glauconie dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin et éventuellement leurs caractéristiques. Des informations relatives aux résultats de l'effet améliorant de la fertilité des sols de la glauconie, obtenues à travers le monde, seraient utiles pour mieux conduire d'éventuelles recherches dans le domaine au Bénin.

## METHODOLOGIE D'ETUDE

La méthodologie est synthèse bibliographique des documents relatifs à l'existence de gisements de glauconie et leurs caractéristiques, ainsi qu'à une analyse des résultats obtenus suite aux différents forages réalisés dans le bassin sédimentaire côtier au Bénin. Cette collecte de données a été faite à l'aide d'une fiche qui comporte les informations suivantes : coordonnées géographiques des localités ayant des gisements de glauconie ; concentrations et teneurs en glauconie des gisements ; profondeur des gisements ; caractéristiques physico-chimiques de la glauconie.

De même, des carrières ouvertes (Hlagba Dénou, Sèhouè, Onigbolo, Sakété, Sèmè-Kpodji, Ouidah, Comè et Agoué) dans le bassin sédimentaire côtier ont été également visitées pour connaître les volumes existants afin d'apprécier les possibilités de leur utilisation pour améliorer la fertilité des sols.

Pour l'étude granulométrique des sédiments, des échantillons 300 g ont été prélevés et lavés sur un tamis de mailles carrées d'arrêtes de 0,05 mm. Après leur lavage, la fraction de taille supérieure à 0,05 mm a été recueillie dans des erlenmeyers et séchée dans l'étuve à 70 °C pendant 4 h. La fraction de taille inférieure à 0,05 mm a été concentrée et déshydratée dans des coupelles mises à l'étuve à 70 °C pendant 4 h.

En ce qui concerne l'étude de la distribution granulométrique, la fraction de taille supérieure à 0,05 mm a subi un tamisage avec un appareil de type "Rotap" pendant 10 minutes par une série de 7 tamis de maille respective : 2,000 mm ; 1,000 mm ; 0,500 mm ; 0,250 mm ; 0,125 mm ; 0,063 mm ; 0,050 mm. Chacune des fractions est pesée au 1/100<sup>ème</sup> de gramme et les pourcentages respectifs ont été calculés par rapport à la totalité du sédiment traité.

L'analyse agrochimique a consisté à la détermination du pH des différents échantillons et au dosage des bases selon la méthode de Bray I pour le phosphore assimilable)et la méthode d'acétate d'ammonium à pH 7 pour le calcium, le magnésium et le potassium.

Des logiciels de cartographie (Canvas 9, ArcView GIS 3.2) ont été utilisés pour l'établissement des cartes, coupes et logs des gisements recensés.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Géomorphologie du bassin sédimentaire côtier du Bénin

La géomorphologie du bassin sédimentaire côtier du Bénin (figure 1) montre 2 domaines :

- un **domaine de plateaux** comprenant 7 plateaux séparés les uns des autres par les vallées des principaux cours d'eau et répartis de part et d'autre d'une dépression médiane, la dépression de la Lama ;
- un **domaine de plaine basse** constituant une zone margino-littorale occupée par des dépressions marécageuses, des lagunes, des cordons sableux et des lacs.

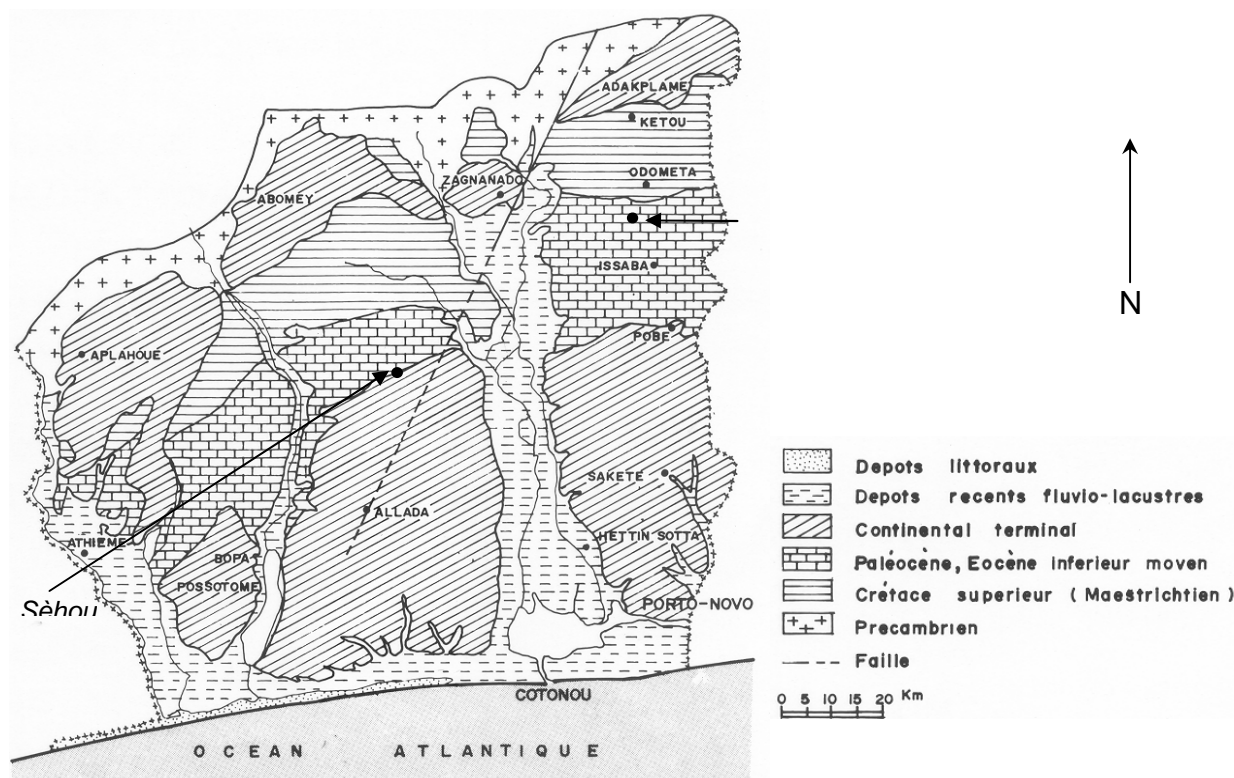


Figure 1. Carte géomorphologique et géologique du bassin sédimentaire côtier du Bénin

Le domaine de plateaux regroupe :

- les **plateaux du Nord** : Ils comprennent d'Est en Ouest les plateaux de Kétou, Zagnanado, Abomey, Aplahoué. Leur altitude varie de 90 à 245 m. La bordure septentrionale de ces plateaux marque le contact avec le socle. Le sol sablo-argileux de couleur brun rouge qui recouvre ces plateaux est appelé «terre de barre». Ce sol est parfois surmonté de formations superficielles à gravillons latéritiques qui se soudent parfois en véritables cuirasses.
- la **dépression de la Lama** : Cette dépression forme une bande orientée WSW-ENE dont la largeur maximale est de 25 km. Elle est mieux marquée au Bénin qu'au Togo où elle tend à disparaître. C'est une zone assez basse où les altitudes restent comprises entre 20 et 60 m. Le sol de cette dépression est argileux.
- les **plateaux du Sud** : On distingue d'Est en Ouest les plateaux de Sakété, Allada, Comé. Ils sont limités au Nord par une pente abrupte marquant le contact avec la dépression médiane. Leur altitude est plus basse que celle des plateaux du Nord et varie de 40 à 140 m.
- les **cours d'eau** : Ils traversent le bassin suivant les directions voisines du Nord-Sud ou du NW-SE. Les principaux cours d'eau sont : l'Ouémé, la Sô, le Mono, le Couffo et le Zou.

Le domaine margino-littoral forme une bande continue dont la largeur croît régulièrement d'Ouest en Est. Un cordon littoral sableux alimenté en sable par un courant marin venant de l'Ouest marque le contact de cette région avec la mer et isole derrière lui un système de lagunes. Il y a 3 cordons sableux (externe, médian et interne) parallèles limitant plusieurs lagunes ou zones marécageuses qui sont rencontrés. Les lagunes et lacs sont : la lagune de Grand-Popo ; le lac Nokoué ; le lac Ahémé ; la lagune côtière ; la lagune de Porto-Novo.

### **Géologie du bassin sédimentaire côtier du Bénin**

Les différentes formations géologiques de la zone d'étude, depuis le socle jusqu'aux formations superficielles peuvent être scindées en 8 unités lithostratigraphiques (figure 2) :

- **L'unité I (Turonien-Coniacien)** repose directement sur le socle cristallin et affleure généralement le long de la bordure des plateaux septentrionaux. Son épaisseur dans les zones d'affleurement est en moyenne de 50 m et elle atteint un maximum de 150 m dans le sondage d'Avakpa. Elle est composée par les grès à ciment siliceux et/ou ferrugineux, le sable quartzeux et en sous ordre par l'argile kaolinique et le gravier à élément quartzeux.
- **L'unité II (Maestrichtien-Paléocène inférieur et moyen)** transgressive sur l'Unité I, occupe la plupart des plateaux septentrionaux (sauf celui de Zagnanado) et la partie septentrionale de la dépression de la Lama. Elle est subdivisée en deux sous unités IIa (Maestrichtien) qui a une épaisseur de 50 m et IIb (Paléocène inférieur) qui atteint 180 m dans le sondage d'Adjahouèrè. Ces deux sous unités sont séparées par une couche à glauconie oolithique. Les sables (grès) quartzeux fins à très fins et les argiles gris verdâtre constituent les lithologies dominantes de cette unité. De minces niveaux charbonneux sont présents à la base de la sous unité IIa. Assez fréquemment, les calcaires (grainstones oolithiques bioclastiques) prennent un développement considérable (plus d'une dizaine de mètres à Onigbolo).
- **L'unité III (Paléocène supérieur-Yprésien)** débutant par un hard-ground glauconieux phosphaté occupe la partie centrale de la dépression de la Lama. Elle est subdivisée en deux sous unités. La sous-unité IIIa est constituée essentiellement par des argiles gris sombre, feuilletées, des argiles légèrement calcareuses et de calcaire. La sous unité IIIb, épaisse d'une trentaine de mètres débute par un horizon glauconieux. Elle est constituée en prédominance par une argile verdâtre feuilletée à attapulгите et en sous ordre kaolinite. Quelques niveaux dolomitiques calcaires glauconieux ou phosphatés sont présents le long de la succession argileuse. Son toit est constitué de calcaire bioturbé phosphaté et légèrement glauconieux. Des études similaires ont été faites dans le bassin est de la Suisse avec l'utilisation des marqueurs par Bodin *et al.* (2006).
- **L'unité IV (Eocène moyen)** a une épaisseur d'environ 170 m dans le sondage de Hétin-Sota, elle occupe la partie sud de la dépression de la Lama et aussi les premières pentes des plateaux méridionaux. Elle consiste en des argiles gris vert à attapulгите, des calcaires micritiques à intercalations d'argiles gypseuses, des calcaires en bancs décimétriques (wackestones bioclastiques phosphatés), des argiles gris sombres kaoliniques passant à des sables silteux.
- **L'unité V (Miocène inférieur)** est non affleurante mais a été rencontrée par sondage dans les localités de Comé et Pahou. Dans le sondage de Comé, elle est constituée d'argiles gris-vert sombres kaoliniques silto-sableux, de sables quartzeux verdâtres glauconieux phosphatés avec quelques passées carbonatées, d'argiles vertes kaoliniques, de sables quartzeux blancs et d'argiles calcaires gris verdâtres glauconieuses à passées calcaires.
- **L'unité VI (Miocène supérieur)** s'étale largement sur les plateaux méridionaux du bassin sédimentaire côtier du Bénin. Les formations superficielles de l'unité VI sont représentées par des dépôts sablo-argileux altérés en terre de barre. Les formations profondes sont constituées par l'alternance d'argile, de sable quartzeux ou gravier en sous-ordre.
- **L'unité VII (Pliocène-Pléistocène)** est présente dans les parties méridionales des plateaux d'Allada, de Sakété et le long des pentes qui dominent les traits inférieurs des grands fleuves qui recoupent méridiennement le bassin sédimentaire côtier. Elle est constituée par un gravier quartzeux blanchâtre se trouvant dans une matrice sablo-argileuse altérée en terre de barre, de sable quartzeux et d'argiles kaoliniques.

- Dans l'unité VIII (Holocène), les sédiments qui constituent cette unité sont alluvionnaires ou appartiennent à la zone margino-littorale. Les sédiments alluvionnaires, déposés par les principaux cours d'eau que sont l'Ouémé, le Mono et le Couffo, consistent en des sables quartzeux avec des horizons graveleux occasionnels et des argiles noires parfois très riches en débris végétaux (parfois des niveaux tourbeux). Les sédiments rencontrés dans la zone margino-littorale sont constitués de sables quartzeux, d'argiles vaseuses et plus rarement de graviers. La présence de niveaux tourbeux y est assez commune.

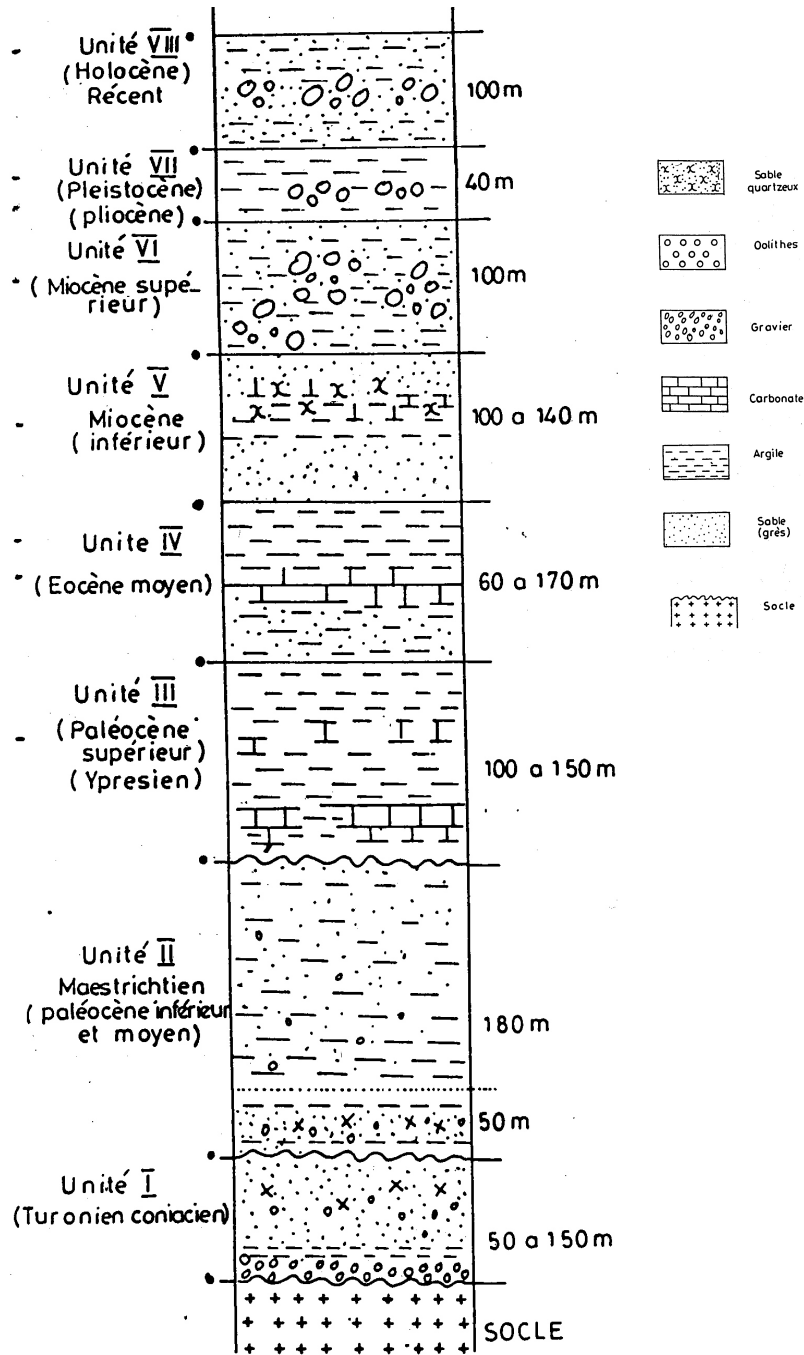


Figure 2. Colonne stratigraphique de la zone d'étude réalisée à partir des données de BREDA (CEPRA, 2001 cité par Adissin et Laoualy, 2003)

L'analyse des résultats obtenus suite aux des différents forages réalisés dans le bassin sédimentaire côtier et la visite de certaines carrières ouvertes (Hlagba Dénou, Sèhouè, Onigbolo, Sakété, Sèmè-

Kpodji, Ouidah, Comè et Agoué) dans le bassin ont permis de recueillir des informations relatives à l'existence des puits, à la profondeur des puits et à certains indices (couleur, pH et teneur en carbonate de calcium) des caractéristiques des sédiments qu'ils contiennent.

### **La glauconie de l'Unité II (Maestrichtien-Paléocène inférieur)**

Des puits de recherche réalisés sur l'axe Zogbodomey-Bohicon ont révélé un niveau glauconieux. Le puits réalisé près du village de Kpomè (puits 1) a atteint ce niveau à 7 m. Dans ce puits, ce niveau est argileux. Dans le puits 2, il a 30 cm d'épaisseur et est composé presque uniquement de la glauconie en grains (figure 3).

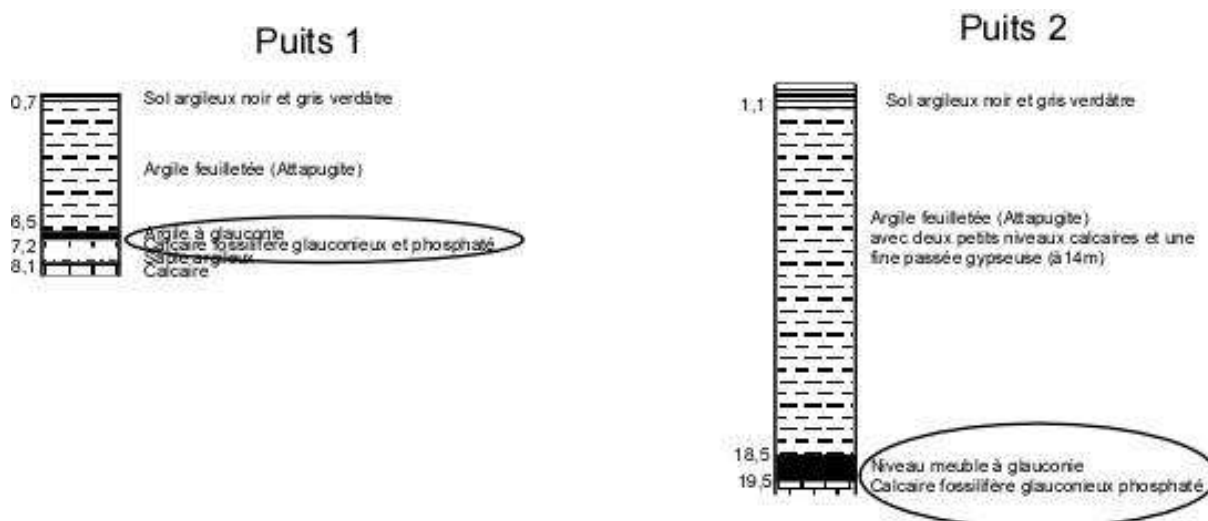


Figure 3. Puits près de Zogbodomey montrant des niveaux de glauconie (Slansky, 1962)

Cette description coïncide globalement avec celle faite par Cardet et Marie (2007) qui, caractérisant la fertilité des sols du Maine et du Loire (France) ont rapporté que les parcelles situées sur un relief légèrement en pente avec un faux plat comportent des concrétions ferro-manganiques dues à des engorgements temporaires lors de périodes pluvieuses importantes. Les auteurs suscités poursuivent en affirmant que la zone de tassement à 30 cm entre deux horizons sont riches en tous éléments fertilisants avec des excès de phosphore, de potasse et de calcaire liés à la présence de glauconie et mica.

### **La glauconie de l'Unité III (Paléocène supérieur-Yprésien)**

Le Paléocène supérieur, d'une puissance maximale de 100 m débute généralement par un niveau glauconieux phosphaté, de quelques dizaines de cm d'épaisseur.

L'Yprésien (Eocène), épais de 45 m au maximum, consiste en une formation argilo-marneuse feuilletée à attapulgit, recoupée par plusieurs niveaux calcaires phosphatés ou glauconieux.

Entre le Paléocène supérieur et l'Yprésien, se trouve un niveau vert de sable glauconieux de 15 à 30 cm d'épaisseur dans la carrière d'Onigbolo (figure 4). Dans ce niveau, la kaolinite est absente et l'illite représente pratiquement la moitié du cortège de minéraux argileux. La palygorskite apparaît aussi.

Ce niveau sableux glauconieux communément appelé "sable vert" est aussi signalé dans le sondage de Ouinhi. Chelbi *et al.* (2006) ont décrit la glauconie du bassin sédimentaire de l'Atlas Septentrional de Tunisie à travers l'étude du mode de mise en place des corps salifères.

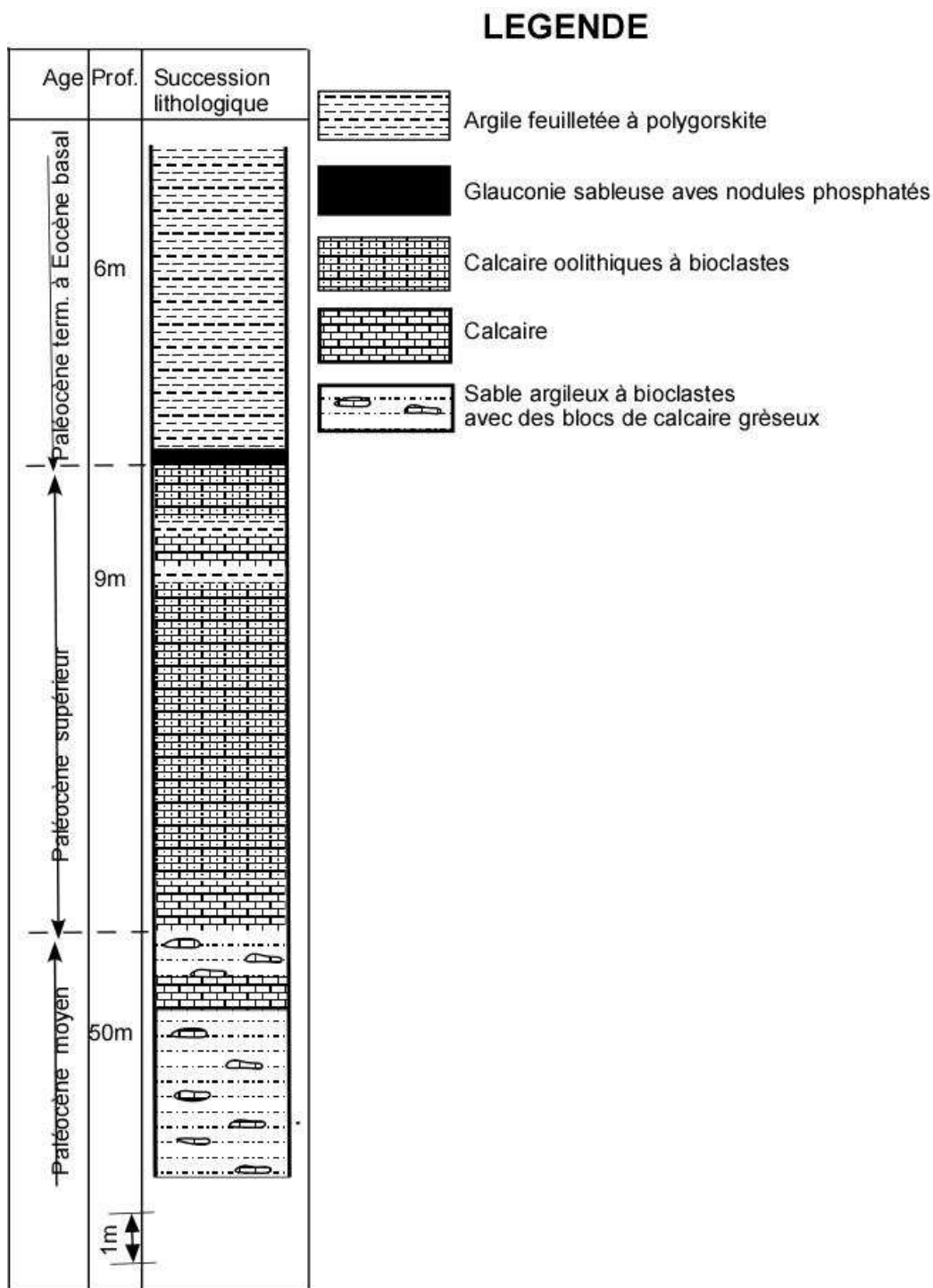


Figure 4. Coupe synthétique du sondage d'Onigbolo montrant un niveau de glauconie (Lokoto, 1992)

Le niveau glauconieux situé entre le Paléocène supérieur et l'Yprésien est limité à la partie centrale du bassin sédimentaire côtier. Ce niveau affleure dans les localités d'Avakpa, Toffo, Koussi, et Sèhouè (Slansky, 1962). Dans la région de Toffo, ce niveau de sable glauconieux est épais de 30 à 50 cm. Une prospection de phosphate dans la partie centrale du bassin a permis aussi de signaler, près de Ouégbo, ce niveau de sable vert, sub-affleurant et caractérisé par une épaisseur de 50 cm, au sein des argiles feuilletées (puits L 23/275 – 5,5 m à 5 km au nord-est de Koussi).

Davis (2008), face aux problèmes de dégradation des sols du Cap-Est en Australie a entrepris des études de valorisation des glauconites phosphatés qu'il a découvertes dans des sédiments côtiers. Des études sur l'utilisation de ces gisements pour l'amélioration de la qualité des terres arables sont en cours à « Institute for Sustainability and Technology Policy » de Murdoch University en Australie.

### Les caractéristiques physiques et chimiques des sédiments glauconieux d'Onigbolo et de Hlagba-Dénou

Les sédiments glauconieux ont renfermé en moyenne  $55,6 \pm 4,8$  % de fraction fine de nature argilo-silto carbonatée. La fraction sableuse fait environ  $39,4 \pm 5,8$  %. Ces sédiments renfermaient en très faible proportion de petits galets polygéniques (quartz, gravillons latéritiques) qui représentaient  $5,3 \pm 3,4$  % des sédiments. Les sédiments glauconieux des échantillons de Zogbodomey ont renfermé en moyenne  $56,9 \pm 4,8$  % de fraction fine de nature argilo-silto carbonatée. La fraction sableuse faisait environ  $36,2 \pm 5,7$  %. Ces sédiments ont renfermé en très faible proportion ( $7,0 \pm 3,1$  %) de petits galets polygéniques (quartz, gravillons latéritiques). Ces résultats ont permis d'affirmer que les sédiments glauconieux d'Onigbolo et de Hlagba Dénou, présentent de meilleures caractéristiques en ce qui concerne la rétention d'eau par rapport au sol des zones côtières de production maraîchère.

Les distributions granulométriques des échantillons de sédiments glauconieux prélevés au niveau de la carrière d'Onigbolo et de Hlagba Dénou (figures 5 et 6) ont révélé que la fraction fine ( $\leq 50 \mu\text{m}$ ) de nature silto argilo carbonatée, a dominé ces échantillons.

Les échantillons issus des gisements d'Onigbolo ont renfermé une proportion non négligeable de fraction sableuse ( $\geq 63 \mu\text{m}$ ). A partir de sa répartition granulométrique, l'échantillon de glauconie est composé de 50 % d'argile et de 30 % de fraction sableuse fine à moyenne (figures 5a et 5c). La composition des échantillons issus des gisements d'Onigbolo a été de 50 % d'argile et de 35 % de fraction sableuse fine à moyenne (figure 5b).

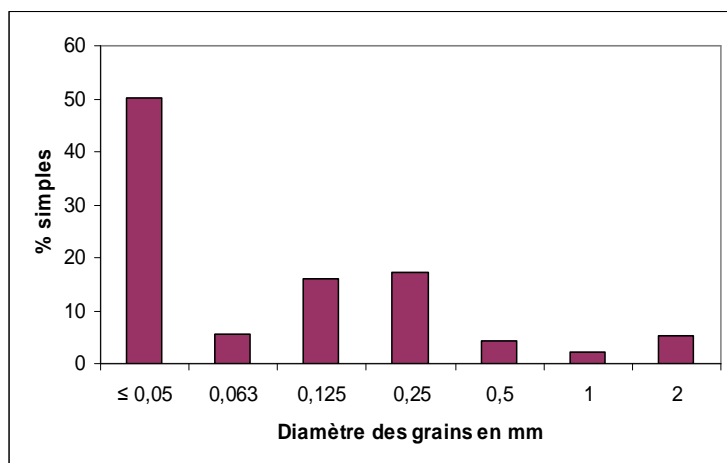


Figure 5a

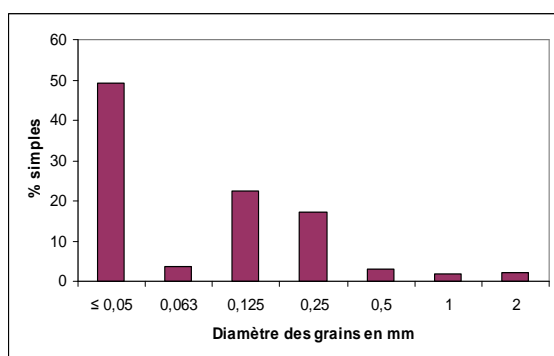


Figure 5b

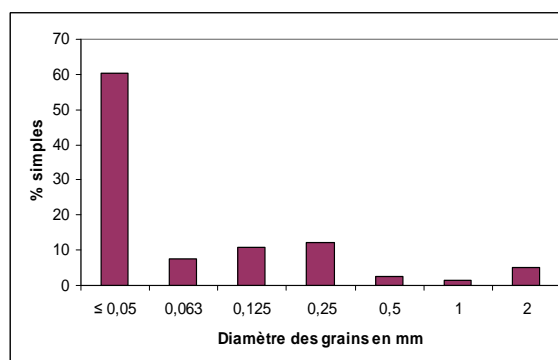


Figure 5c

Figure 5. Distribution granulométrique des échantillons de glauconie issus des gisements d'Onigbolo



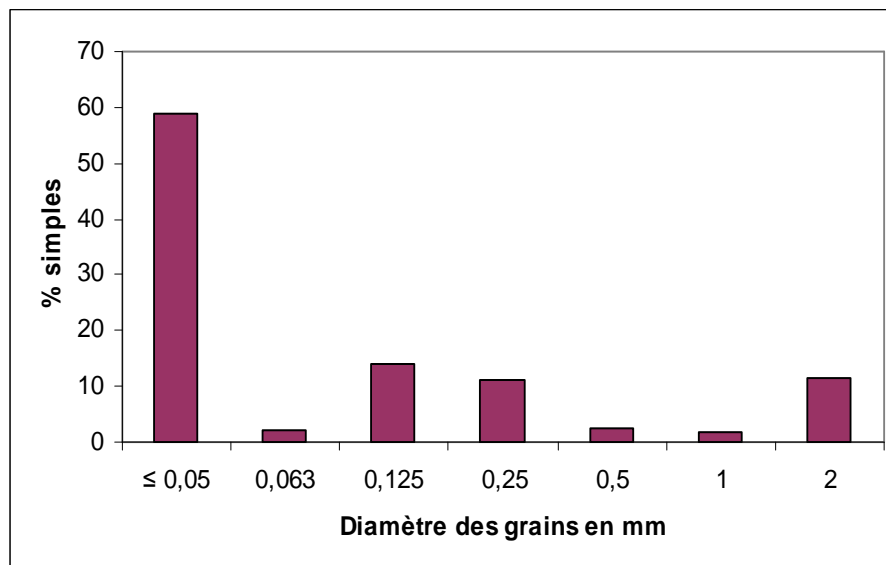


Figure 6a

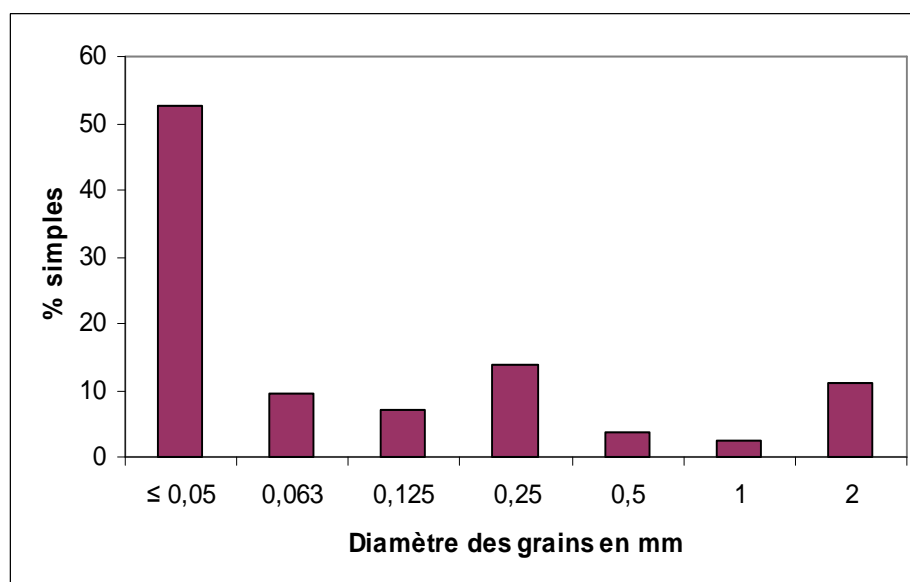


Figure 6b

**Figure 6. Distribution granulométrique des échantillons de glauconie issus des gisements de Hlagba Dénou**

En ce qui concerne les gisements de Hlagba Dénou, la composition de l'échantillon a été de 60 % d'argile, de 25 % de fraction sableuse fine à moyenne et de 10 % de fraction sableuse grossière (figure 6a). L'échantillon de glauconie était composé de 60 % d'argile, de 15 % de fraction sableuse fine à moyenne et de 10 % de fraction sableuse grossière (figure 6b).

En général, les échantillons de glauconie des deux localités étaient essentiellement composés d'argile et en plus faible proportion de sable fin à grossier. Il faut préciser que la glauconie d'Onigbolo a présenté certaines proportions de sable fin tandis que celle de Hlagba Dénou a présenté des proportions de sable grossier. La distribution granulométrique présentée au niveau des glauconies des deux localités est susceptible d'améliorer les propriétés physiques des sableux sols du littoral. Ces sableux sols du littoral favorisent la pénétration de l'air, de l'eau et des racines des plantes mais retiennent très peu d'eau. La distribution granulométrique de l'échantillon glauconieux d'Onigbolo et de l'échantillon glauconieux de Hlagba Dénou répond bien à la distribution granulométrique décrite par Tucker (1981 cité par Agassounon, 2002) qui confère au sol une structure et des propriétés mécaniques adéquates pour le développement des plantes.

## CONCLUSION

L'étude montre l'existence dans le bassin sédimentaire côtier, de formations renfermant de la glauconie, notamment dans l'unité II (Maestrichtien-Paléocène inférieur et moyen) transgressive sur l'Unité I (Turonien-Coniacien) et dans l'unité III (Paléocène supérieur-Yprésien) débutant par un hard-ground glauconieux phosphaté. Du fait de la structure monoclinale du bassin, les formations glauconieuses décrites en sondage, sont affleurantes ou subaffleurantes dans la partie centrale occupée par la dépression de la Lama. Les recherches effectuées sur le pouvoir fertilisant de la glauconie ont montré que des tests ont été effectués dans certains pays et les résultats sont assez satisfaisants. La glauconie du bassin sédimentaire côtier du Bénin, notamment celle de l'unité III (Paléocène supérieur-Yprésien), renferme une teneur intéressante en potassium ( $K_2O$ ) pour permettre son utilisation dans l'amélioration de la fertilité des sols et dans le souci de la protection de notre environnement. Des tests en vue d'apprécier la valeur fertilisante de la glauconie du Bénin s'avèreraient alors nécessaires.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adissin, L., Laoualy, A., (2003) : La problématique de la dolérite dans le bassin sédimentaire côtier du Bénin. Mémoire de maîtrise. 63 p.
- Affognon, A., Laïbi, R., (2001) : Les formations réservoirs gréseuses du bassin sédimentaire côtier du Bénin en offshore. Mémoire de maîtrise. 51 p.
- Agassounon, L. C., (2002) : Evolution pédosédimentaire du géosystème margino-littoral de l'Ouémé-Sô au cours de l'holocène (Bénin-Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat en Sciences de la Terre et de l'Environnement. 425 p.
- Akodad, M., Thorez, J., (2003) : Différenciation minéralogique et génétique des minéraux argileux des formations crétacées de la région de Liège (Belgique) et de Maastricht (Pays-Bas), Premier Symposium Marocain sur les argiles (SMAI), Marrakech, 11-13 décembre, pp. 48-60.
- Bonneau, M., Souchier, B., (1979) : Pédologie. Constituants et propriétés du sol. Masson, Paris.
- Cardet, C., Marie, H., (2007) : Quels indicateurs concernant la matière organique, la richesse agronomique du sol et la vie du sol ? CDDL, ARELPAL A. CHALINE. 8.02.01.51 CC.
- Davis, J.K., (2008) : Coming to grips with 'abandoned arable' land in efforts to enhance communal grazing systems in the Eastern Cape province, South Africa. African Journal of Range & Forage Science 2008, 25(2): 55-61.
- Erraioui, L., S. M'rabet, E. Srara, F. Zargouni, K. Tajeddine, (2003) : Géochimie, minéralogie et diagenèse des dépôts glauconieux de la Tunisie du Nord. Premier Symposium Marocain sur les argiles (SMAI), Marrakech, 11-13 décembre, pp. 12-26.
- Giresse, P., Odon, C.S., (1973) : Nature minéralogique et origine des glauconies du Plateau Continental du Gabon et du Congo. Sedimentology, 20: 457-488
- Giresse, P., (1976) : Etude prospective des glauconies sous-marines du Golfe de Guinée en tant que fertilisant potentiel des sols tropicaux. Annales Université Marien N'Gouabi. T. XIII, 20: 457-488.
- Leriche, M., (1936) : Le Crétacé de la Thudinie (Entre-Sambre-et-Meuse). Ann. Soc. géol. Belg., 59 : B44-B56.
- Lokoto, A., (1991) : Biostratigraphie et milieux de dépôts dans le bassin sédimentaire béninois du Maestrichtien à l'Eocène inférieur (Carrière d'Onigbolo et sondage de Ouinhi).mém. de DEA. 46 p.
- Montes, H.G., J. Duplay, L. Martinez, S. Escoffier, D. Rousset, (2004) : Modifications structurales d'argile de Callovo Oxfordian dans les conditions d'hydratation / déshydratation. La Science appliquée d'argile, 25, 3-4, 187-194.
- Rousset, D., S. Leclerc, N. Clauer, J. Lancelot, M. Cathelineau, J.F. Arangossy, (2004) : Age et origines des glauconites albiens et des minerais associés d'argiles impliqués d'une analyse géochimique détaillée. Le Journ. Séd. Recherche, 74 : 5631-5642.
- Scasso, R., (2003) : Présentation de l'état des recherches, Faculté des Sciences Exactes et Naturelles, Université de Buenos Aires, Argentine, 102 p.
- Slansky, M., (1962) : Contribution à l'étude géologique du bassin sédimentaire côtier du Dahomey et du Togo. Mém. N°11 du B.R.G.M. 368 p.
- Tucker, M.E., (1981): Sedimentary petrology. An introduction. Blackwell. 257 p.
- Wolf, J.M., Dorosdoff, L., (1976): Soil water studies and oxisoil and Univer. Puerto-Rico 60, 366 p.