

# CARACTÉRISATION PETRO-SÉDIMENTAIRE DES FORMATIONS GRÉSEUSES DU BASSIN ONSHORE DE LA CÔTE D'IVOIRE

AKOBE Apie C., COULIBALY Aoua S.,  
WOGNIN Ama V., MONDE Sylvain, AKA Kouamé

UNIVERSITÉ F HOUPHOUET-BOIGNY, CÔTE D'IVOIRE

---

## RESUME

Des analyses descriptives et minéralogiques des formations gréseuses de Bingerville, Alépé et Samo ont été réalisées. Ce sont des formations affleurant de part et d'autre de la faille des lagunes. Les grès sont constitués d'une prépondérance de quartz et une proportion importante en feldspath. Ce sont des arénites arkosiques à ciment ferrugineux.

Au plan sédimentologique ces grès sont formés de sables d'origine continentale, issus d'un transport fluvio-lagunaire de courte durée. Ils ont subi une diagenèse avancée traduite par les phénomènes de recristallisation, de substitution du ciment, de pseudomorphose, de damouritisation. Ce sont par conséquent des grès matures. Ces formations gréseuses sont poreuses car parsemées de cavités.

**Mots clés :** étude pétro-sédimentaire, grès, bassin sédimentaire *onshore*, Côte d'Ivoire.

## ABSTRACT

*The petro-sedimentaries' characterization of sandstones in sedimentary basin of Côte d'Ivoire was made possible using macroscopic samples collected onshore from Bingerville, Alépé, Samo, Both macroscopic and microscopic analyse show high proportion of quartz in their mineralogical composition. In the onshore sedimentary basin, sandstones of Bingerville, Alépé, Samo and Fresco are classified as arkoses with ferruginous cement due to the high feldspar contain. Sedimentologic studies show that sandstones and beach-rocks are resulting from continental detritic sands sent by rivers and lagoons. They are settled and consolidated along the sedimentary basin. These Sandstones have undergone a short transport. All these sandstones are matures and contain cavities which infer them their porosity.*

**Key words:** *petro-sedimentary, sandstone, sedimentary basin onshore, Côte d'Ivoire.*

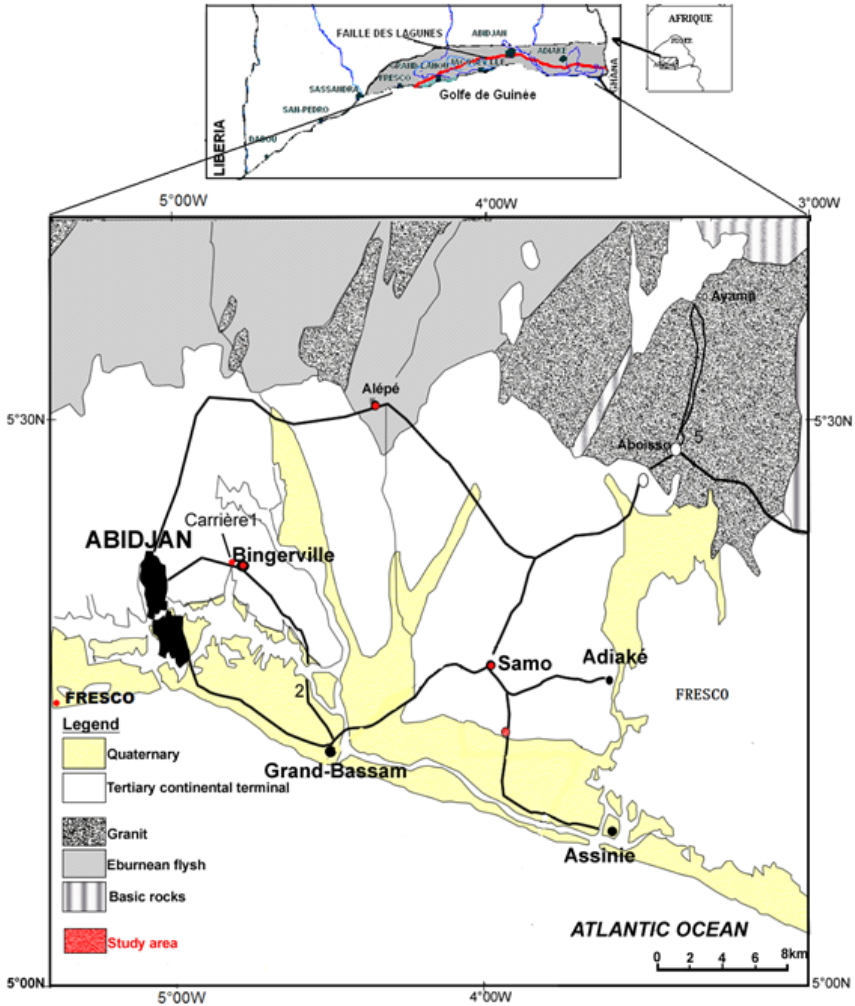
## INTRODUCTION

Les grès sont des roches exogènes sédimentaires détritiques qui sont formées de sables consolidés avec un ciment variable (ferrugineux, carbonaté, etc). Ils se forment aussi bien dans le bassin sédimentaire émergé côtier, *onshore* que dans le bassin immergé, *offshore*. En Côte d'Ivoire, les bancs de grès constituent l'une des principales formations du Continental Terminal. Ils correspondent en effet au dernier épisode de sédimentation du Mio-Pliocène (Spengler et Delteil, 1966 ; Yacé, 2002). Ces bancs de grès affleurant dans la carrière de Bingerville (Digbéhi *et al.*, 2001), à Samo et Alepé, présentent des intérêts économiques, associés aux réservoirs pétroliers, aux aquifères et aux minéralisations diverses. Aussi dans le bassin *onshore*, les grès ferrugineux sont utilisés dans l'infrastructure comme des matériaux d'empierrement et de construction (Yacé, 2002). Vue leur importance, les formations gréseuses ont été l'objet de nombreux travaux dans le cadre de la recherche d'hydrocarbure, de la connaissance des séquences lithologiques et biostratigraphiques du bassin sédimentaire ivoirien (Digbéhi *et al.*, 2001 ; Bié Goa, 2012). La présente note, par des analyses pétro-sédimentaires contribue à la connaissance de la minéralogie des grès et en propose une classification. En outre, les mécanismes de leur origine, leur mode de mise en place, leur environnement de dépôt et leur maturation sont abordés.

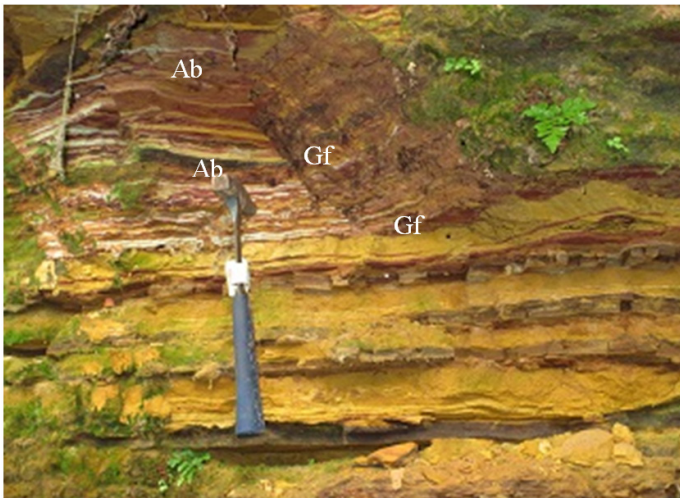
## MATERIEL ET METHODES

L'échantillonnage des grès s'est effectué sur quatre sites du bassin sédimentaire côtier dans le continental terminal. Ce sont les domaines du bassin côtiers est dans les régions de Bingerville, d'Alépé et de Samo (Figure 1). Les figures 2, 3 et 4 montrent les différents sites de prélèvement.

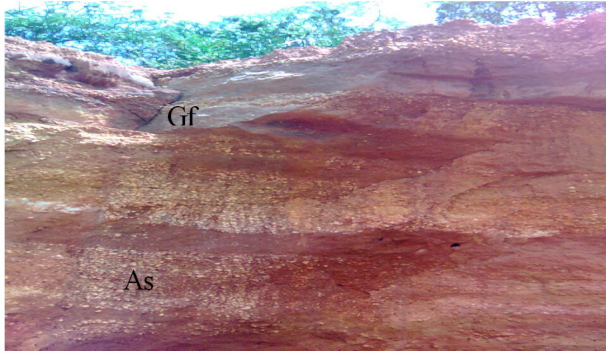
Le traitement des échantillons est porté non seulement sur des procédés macroscopiques mais aussi sur des analyses microscopiques des lames minces.



**Figure 1 :** Bassin sédimentaire côtier ivoirien (Digbehi *et al.*, 2001)



**Figure 2 :** Alternance d'argiles bariolées (Ab) et de grès ferrugineux (Gf) de Bingerville



**Figure 3 :** Lithostratigraphie du Continental terminal d'Alépé : Grès ferrugineux (Gf) ; Argile sableuse (As)



**Figure 4:** Formation gréseuse de Samo

## **ANALYSE MACROSCOPIQUE DES GRES**

L'étude macroscopique consiste en l'observation et en la reconnaissance des éléments constitutifs de la roche à l'œil nu (Tableau I). Les critères de reconnaissance de la roche à étudier sont basés sur l'aspect, la couleur, la texture, la composition minéralogique, la classification et le test à l'acide chlorhydrique (HCl). A l'issue de cette étude un nom est attribué à la roche.

Toutefois, pour caractériser les grès, il faut vérifier si les éléments constitutifs sont des détritiques de taille comprise entre 63  $\mu\text{m}$  et 2 mm afin d'apprécier leurs paramètres sédimentologiques. Cette approche nécessite une observation microscopique. Cette étude est à la fois descriptive, analytique et génétique (Akobé, 2004).

**Tableau I** : Fiche descriptive macroscopique de grès

Critères d'identification	Description
Aspect	Consolidé, meuble
Texture	Granulaire, isogranulaire, hétérogranulaire, macro ou microgranulaire
Couleur	Sombre, grise, vert, rouge sombre, etc.
Composition minéralogique	Les différents minéraux observés
Ciment	Calcaire, ferrugineux, glauconieux, bitumineux...
Réaction à l'HCl	Présence d'effervescence ou non (Positive ou négative)
Famille	exogène
Groupe	Sédimentaire détritique, d'origine biochimique
Classe	Arénite
Structures sédimentaires	lamination, bioturbation, etc.

### ETUDE EN LAMES MINCES (MICROSCOPIE)

Le but de l'observation au microscope de la roche n'est pas simplement la description des caractères pétrographiques : composition minéralogique et la classification. C'est aussi l'analyse des caractères sédimentologiques des constituants des grès (Tableau II). Ce procédé permet de connaître l'origine, l'environnement de dépôt du sédiment, le mode et la durée du transport des particules. L'étude microscopique donne une idée sur l'évolution diagénétique et sur la maturité des grès.

Les classifications des grès utilisées dans le cadre de cette étude sont : *i*) la classification de Cailleux (1947) qui intègre la terminologie des différents types de grès la nature du ciment et des minéraux exceptionnels ; *ii*) la classification de Pettijohn *et al.*, (1972) et de Nagtegaal (1978) qui utilisent un diagramme ternaire dont les sommets correspondent aux proportions en quartz, en feldspath et en lithite du sédiment.

**Tableau II** : Fiche descriptive des caractères pétro-sédimentaires des grès

<b>Pétrographie</b>	Nature des constituants	Grains détritiques sableux, espèces minérales, ciment, cavités, bioclaste, pellet, fragments de roche
	Minéralogie	Les différents minéraux dans la roche (quartz, feldspath, mica, etc.
	Nature du ciment	Ferrugineux, calcaire, bitumineux, argileux, etc.
	Classification	Quartzarénite, arkose, litharénite, lithic-arkosique Arkolithiques, etc.
<b>Sédimentologie</b>	Aspect des grains	Consolidé monocristallins, polycristallins, texture réticulée et structure dispersée,
	Taille des grains	Très fins, fins moyens, grossiers et très grossiers
	Forme des grains	Anguleux, subanguleux, subarrondis, arrondis
	Classement	Très bon, bon, modéré et faible
	Ciment	Cristallisé ou non, abondance par rapport à la totalité de la roche, substitution ou non
<b>Synthèse</b>	Interprétation de tous les caractères pétro-sédimentaire en reconstituant l'histoire géologique des grès (la provenance, l'impact du transport sur les sédiments, le mode et la durée du transport, l'environnement de dépôt, diagenèse et maturité)	

## RESULTATS ET DISCUSSION

### PETROGRAPHIE DES BANCs DE GRES

Les grès du bassin sédimentaire *onshore* sont des roches d'aspect consolidé. Leur configuration montre des éléments quartzeux enrobés dans un ciment ferrugineux non cristallisé (Monde et *al.*, 2008). Ils ont une texture hétérogranulaire. Leurs descriptions sont présentées dans les tableaux III, IV et V.

**Tableau III** : macroscopie des bancs de grès ferrugineux de Bingerville

Critères	BG1	BG2	BG3	BG4	BG5
Aspect	Consolidé	Consolidé	Consolidé	Consolidé	Consolidé
Texture	Granulaire	Granulaire	Granulaire	Granulaire	Granulaire
	Grossier	Moyen	Moyen	Très fin	Fin
Couleur	Noir de fer	Noir de fer	Noir de fer	Noir de fer	Noir de fer
Minéralogie	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz
Ciment	Ferrugineux	Ferrugineux	Ferrugineux	Ferrugineux	Ferrugineux
Famille	Exogène	Exogène	Exogène	Exogène	Exogène
Groupe	Détritique	Détritique	Détritique	Détritique	Détritique
Classe	Arénite	Arénite	Arénite	Arénite	Arénite

**Tableau IV** : Caractères macroscopiques des bancs de grès ferrugineux d'Alépé

Critères	AL1	AL2	AL3
Aspect	Consolidé	Consolidé	Consolidé
Texture	Granulaire (grossier)	Granulaire (moyen)	Granulaire (fin)
Couleur	Rouge ou noir de fer	Noir de fer	Noir de fer
Minéralogie	Quartz, feldspath	Quartz, feldspath	Quartz, feldspath
Ciment	ferrugineux	ferrugineux	ferrugineux
Famille	Exogène	Exogène	Exogène
Groupe	Sédimentaire détritique	Sédimentaire détritique	Sédimentaire détritique
Classe	Arénite	Arénite	Arénite

**Tableau V** : Propriétés physiques des bancs de grès ferrugineux de Samo

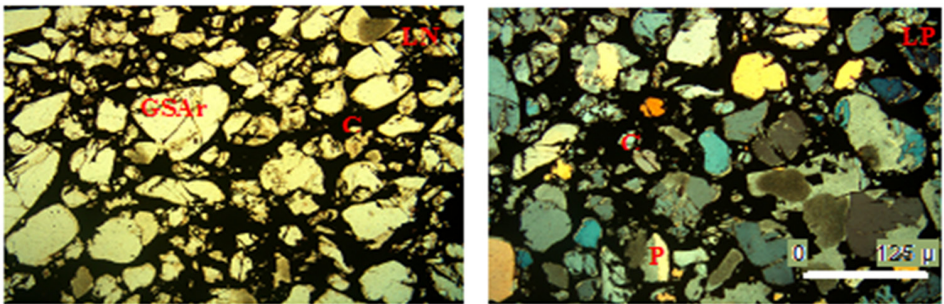
Critères	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5
Aspect	consolidé	Consolidé	Consolidé	Consolidé	Consolidé
Texture	Granulaire	Granulaire	Granulaire	Granulaire	Granulaire
	Grossier	Moyen	Grossier	Fin	Moyen
Couleur	noir de fer	Noir de fer	Noir de fer	Noir de fer	Noir de fer
Minéralogie	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz
	Feldspath	Feldspath	Feldspath		
Ciment	Ferrugineux	Ferrugineux	Ferrugineux	Ferrugineux	Ferrugineux
Famille	Exogène	Exogène	Exogène	Exogène	Exogène
Groupe	Détritique	Détritique	Détritique	Détritique	Détritique
Classe	Arénite	Arénite	Arénite	Arénite	Arénite

## Nature des constituants des formations gréseuses

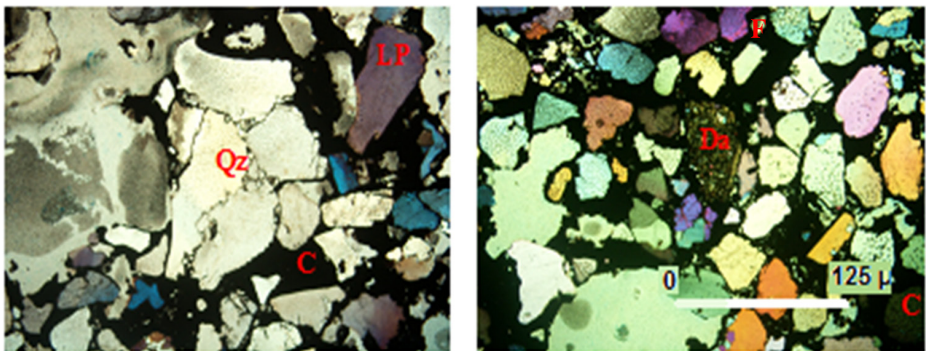
Les grès sont formés de particules détritiques sableuses figurées dans un ciment. Ces particules sont composées d'espèces minérales et parsemées de cavités. Tandis qu'elles sont dépourvues de bioclastes (débris d'animaux et végétaux). Les formations gréseuses renferment des fragments de roche et quelques pellets intergranulaires.

### Minéralogie des grès

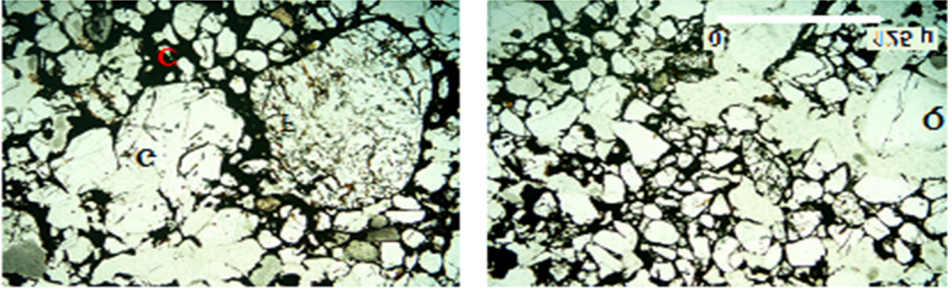
Elle est composée de quartz, d'albite et d'orthose. En outre, les grès contiennent des minéraux accessoires tels que la muscovite, le pyroxène, l'amphibole, l'opale, l'épidote. Ces espèces minérales sont consolidées par un ciment ferrugineux (Figure 5, 6 et 7).



**Figure 5 :** Microfaciès des grès à grains moyens de Bingerville (G x 20) : Grain subarrondi de quartz (GSAr), Grains anguleux de feldspath (P), Ciment ferrugineux (C).



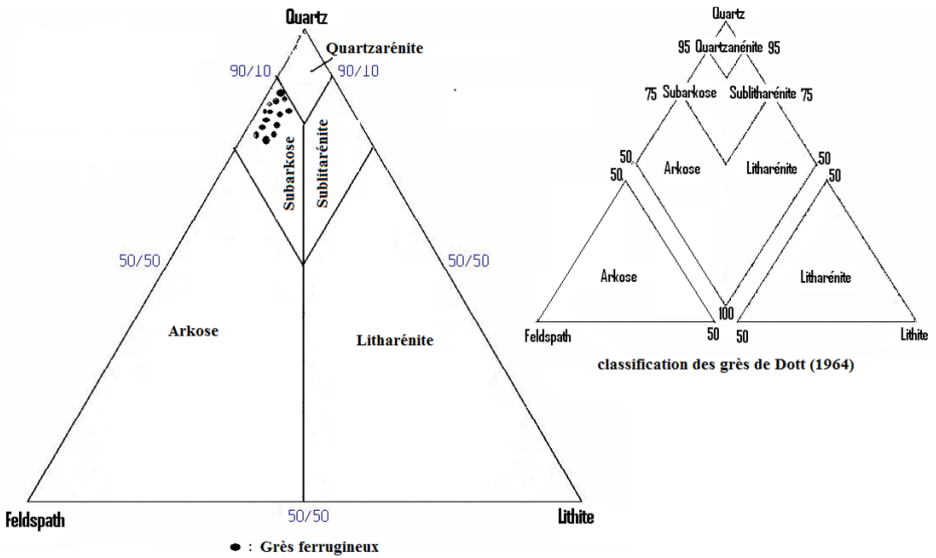
**Figure 6 :** Microfaciès des grès à grains moyens d'Alépé (en LP, G x 20) : grains en contact (direct), imbriqués, substitution du ciment en silice pour former du quartzite (Qz), Ciment ferrugineux (C), damouritisation du plagioclase (Da : damourite), Feldspath (F).



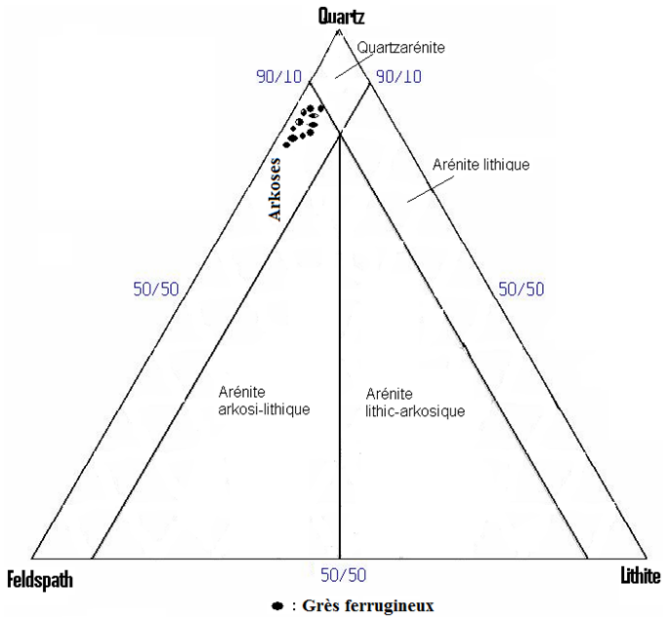
**Figure 7** : Microfaciès des grès ferrugineux à grains moyens de Samo en lumière polarisée (G x 20) : Grain figuré de Quartz (Q), Ciment (C).

### Classification pétrographique des bancs de grès

Le quartz est le minéral le plus abondant avec une proportion de 70 à 85 pc. Le feldspath moins abondant, compte pour 10 à 25 pc. Ce sont des grès riches en feldspaths. Il s'agit des arkoses (Füchtbauer, 1974) dans la classification de Nagtegaal (1978) et des subarkoses dans le diagramme de Pettijohn (1972). La classification de Cailleux (1947) les associe aux grès feldspatho-quartzeux à ciment ferrugineux. La figure 8 montre la classification des bancs de grès du bassin côtier ivoirien.



A : Classification des grès ferrugineux dans le diagramme de Pettijohn *et al.* (1972)



B : Classification des grès ferrugineux dans le diagramme de Nagtegaal (1978)

**Figure 8** : Classification des grès ferrugineux du bassin *onshore* ivoirien

## SEDIMENTOLOGIE DES BANCS DE GRES

### Impact du transport sur les particules

Les quartzs sont prédominants par rapport aux feldspaths (moins abondants) et aux micas (presque inexistants). C'est une sélection minéralogique effectuée au cours du transport en fonction de la résistance des différents minéraux. Le quartz inaltérable résiste plus aux chocs entre les éléments sableux au cours de leur transport. Les particules altérables telles que les feldspaths et les micas se détruisent facilement au cours de leur déplacement sous l'effet mécanique du transport (Saaidi, 1991). Cela explique l'abondance des grains de quartz et la faible quantité des autres minéraux. Par ailleurs, les grains sont en majorité anguleux et subanguleux parce qu'ils sont peu usés et n'ont pas subi les effets mécaniques d'usure lors du transport. Ils ont donc conservé leur forme originelle contrairement aux grains arrondis et subarrondis dont la forme originelle a été modifiée au cours de leur transport.

### Mode et durée du transport

Les sédiments présentent une surface propre et un éclat vif. Ils sont donc transportés par les cours d'eau, les rivières, fleuves et lagunes (Saaidi, 1991). Cela montre que le transport des sables consolidés s'est effectué par l'eau qui pourrait être par un mode fluvial. Digbéhi *et*

al (2001) montre, par le diagramme de Friedman, (As : assymétrie) en fonction de l'écart type, l'origine fluviale des sables qui ont engendré les bancs de grès de Bingerville.

La durée du transport des sédiments se détermine par l'analyse de l'action sélective (des minéraux) et mécanique du transport sur les particules. L'existence des éléments anguleux et subanguleux dans les bancs de grès montre un transport proximal des sédiments car ils n'ont pas été usés. La source génératrice de ces éléments sableux est proche de leur environnement de dépôt. Cela s'expliquerait par le contact du socle avec le bassin sédimentaire dans les régions de Bingerville, d'Alépé et de Samo. En effet, les détritiques sableux, provenant du socle en contact avec le bassin côtier, n'ont donc pas subi un long transport avant leur dépôt. Par ailleurs, les cristaux de feldspath, facilement altérables et fragiles aux effets mécaniques du transport subsistent en quantité importante dans les sédiments consolidés. Ces caractéristiques de ces éléments démontrent que les grès ont subi un transport de courte durée. Ce qui traduit l'existence des feldspaths dans ces sédiments. La présence de feldspath dans une roche détritique (grès arkosique), témoigne d'un transport court (Saaidi, 1991).

### **Provenance des constituants**

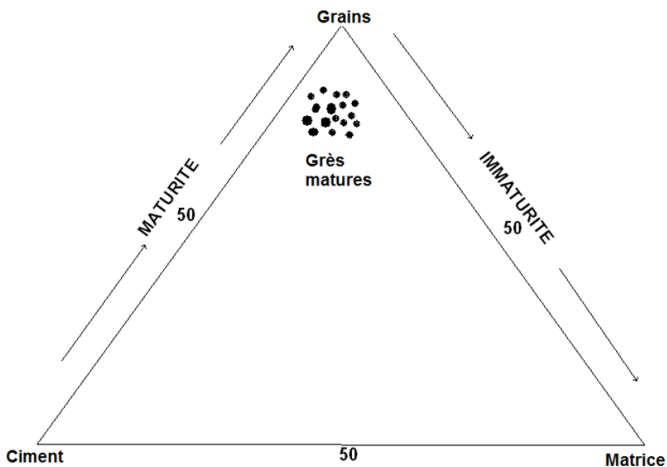
Les quartzs sont à extinction roulante, les fragments de roche sont allongés et orientés (sédiments consolidés d'Alépé et de Samo). C'est le résultat d'un phénomène métamorphique. Ces éléments sont donc des détritiques issus des roches métamorphiques. Les grains de quartz qui sont dépourvus d'extinction roulante seraient d'origine magmatique. Ce sont des matériaux terrigènes consolidés provenant du socle précambrien. Cela s'expliquerait surtout par le contact (discordance angulaire majeure) entre le bassin et le socle sur la route d'Alépé-Aboisso (Yacé, 2002). La présence de grains anguleux et subanguleux avec des feldspaths dans les sédiments consolidés témoigne un milieu de sédimentation, proche de la source pourvoyeuse des détritiques. Les formes arrondies et subarrondies proviendraient du remaniement des roches conglomératiques de base en contact avec le socle. Les sables générant les grès, résultent donc de l'érosion des altérites issus de la désagrégation du socle précambrien (Tagini, 1971 ; Lebuane, 1972). Selley (1976) montre que les arkoses sont des produits de désagrégation incomplète des roches ignées acides et métamorphiques notamment les granites et les gneiss. Les bassins côtiers sont superficiellement comblés par des sédiments d'origine continentale (Leneuf, 1972) dont la mise en place s'est effectuée dans des sites fluvio-lagunaires. La cimentation de ces grès, est faite par la précipitation des minéraux autigènes d'oxyde de fer comme les *beach-rocks* du plateau continental (Akobé, 2004 ; Monde et al, 2008 ; Akobé et al, 2009).

## Environnement de dépôt

L'absence de débris végétaux et animaux marins et aussi de la glauconie dans les bancs de grès de Bingerville, d'Alépé, et de Samo montre un environnement de dépôt continental. C'est le bassin côtier. Les sédiments des bancs de grès du bassin *onshore* sont consolidés par les minéraux autigènes d'oxyde de fer. L'influence continentale exercée sur le milieu de dépôt est marquée par la présence des ions ferriques et ferreux (Digbéhi *et al.*, 2001) qui ont envahi les pores intergranulaires de ces grès. Les sédiments sableux générant ces grès ferrugineux se sont déposés sur des plaines d'inondation des cours d'eau au cours du Mio-pliocène à Bingerville (Digbéhi *et al.*, 2001). Ce sont des grès chenalisés dans une plaine d'inondation.

## Maturité des bancs de grès

La prédominance des grains stables (quartz 70 à 80 pc) par rapport aux grains instables (feldspath 10 à 20 pc) et l'élimination de la fraction argileuse (Folk, 1951) déterminent la maturité des bancs de grès du bassin *onshore*. En outre, le processus de diagenèse des sédiments est avancé et traduit par les phénomènes de pseudomorphose et de recristallisation. Par ailleurs, la proportion des grains constitutifs des grès ferrugineux prédominent par rapport à celle de la composante de la matrice et du ciment. Ces proportions ont été quantifiées dans le diagramme de Dickinson et Suczek (1979) avec 75 pc de grains, 20 p.c de ciment et 5p.c de matrice (Figure 9). Les grès sont donc matures car ils sont classés au pôle «grains» du diagramme de dispersion.

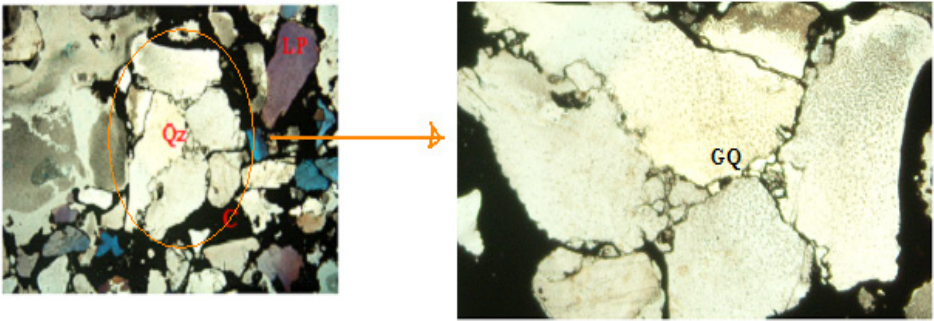


**Figure 9** : Maturité des bancs de grès ferrugineux du bassin onshore ivoirien (DICKINSON and SUCZEK, 1979)

## Evolution diagenétique des bancs de grès

Certains minéraux des bancs de grès sont dissouts par les solutions interstitielles. La matière ainsi dissoute va contribuer à développer

et nourrir d'autres cristaux devenant de plus en plus gros (Saaidi, 1991). Au terme de ce processus de diagenèse avancée, la structure primitive du dépôt est complètement modifiée. De plus, les grains de feldspath ont subi une pseudomorphose avec néoformation de damourite. C'est la damoritisation qui implique aussi une diagenèse avancée. Dans certains sédiments consolidés d'Alépé, le ciment ferrugineux est remplacé par endroits par un ciment siliceux qui met en contact les cristaux de quartz. Cela montre un début de formation des quartzites à partir de l'évolution diagenétique des grès ferrugineux. Il s'agit d'une épigénie de l'oxyde de fer par la silice entre les grains quartzueux, favorisant ainsi leur contact direct pour donner des quartzites (Figure 10). C'est la silicification.



**Figure 10** : phénomène de silicification secondaire marquant le début de transformation des grès en quartzite (Grains de quartz en contact direct (Qz) par le ciment siliceux (Cs); ciment ferrugineux (C))

### **Synthèse pétro-sédimentaires des grès ferrugineux du bassin *onshore* ivoirien**

Les grès du bassin *onshore* ont des caractères pétro-sédimentaire presque similaires mais quelques points de divergence existent au niveau de la taille et de la forme des sédiments (tableau VI). Les grès sont plus grossiers à Samo que ceux d'Alépé qui sont plus grossiers que ceux de Bingerville. Cela traduit la polarité des sédiments liée à l'ouverture de l'atlantique central dans le Golfe de Guinée septentrional. Ce qui implique que les grès sont plus continentaux à l'Est du bassin sédimentaire. Les particules des grès ferrugineux sont plus anguleuses à Bingerville. Le tableau VI montre les caractères pétro-sédimentaires des bancs de grès du bassin *onshore* ivoirien.

**Tableau VI** : Pétrologie sédimentaire des bancs de grès du bassin *onshore* ivoirien

<b>Pétrographie</b>	Constituants	Grains détritiques sableux composés d'espèces minérales, ciment, fragments de roche, cavités
	Minéralogie	Quartz, feldspath, (orthose, albite), muscovite, pyroxène, épidote, amphibole.
	Nature du ciment	Ferrugineux
	Classification	Arénites arkosique et subarkosiques
<b>Sédimentologie</b>	Aspect des grains	Consolidés, Monocristallins, polycristallins, texture réticulée et structure disséminée, grains de quartz à extinction roulante, damouritisation des feldspaths.
	Taille des grains	Très fins à très grossiers (microgalets)
	Forme des grains	Majoritairement Anguleux et subanguleux mais quelques grains subarrondis à arrondis.
	Classement	modéré à bon
	Ciment	non cristallisé
Synthèse	Les sédiments consolidés sont à provenance terrigène, transportés par un mode fluvio-lagunaire sur une courte durée et déposés dans un environnement continental Ils sont matures.	

## CONCLUSION

L'étude pétro-sédimentaire des grès ferrugineux du bassin *onshore* (Bingerville, Alépé, Samo) a montré qu'ils sont constitués des éléments sableux consolidés. Ces détritiques sableux sont composés d'une abondance de quartz et une importante quantité de feldspath qui traduit le transport de courte durée des grès. Leur environnement de dépôt est de type continental. Ce sont des arénites arkosiques ou grès feldspatho-quartzeux à ciment ferrugineux. La diagénèse est tardive ou avancée et traduite par : *i*) la recristallisation des éléments monocristallins en éléments polycristallins ; *ii*) la substitution du ciment ferrugineux en ciment siliceux (silicification); *iii*) l'altération pseudomorphique et néoformation de minéraux (damourite et calcite). Cette diagénèse au stade ultime implique que les grès sont tous matures.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- AKOBE C. A., MONDE S., BRENON I., DIGBEHI B. Z. et AKA K. (2009).** Les beach-rocks du plateau continental de Côte d'Ivoire : lithologie et impact dans le transit sédimentaire. *Africa Geoscience Review* vol.16, N°3, pp. 189-202.
- AKOBE C. A. (2004).** Contribution à l'étude pétro-sédimentaire des « *Beach-rocks* » dans le plateau continental de Côte d'Ivoire. DEA, Abidjan (Côte d'Ivoire) 52p.
- CAILLEUX A. (1947).** Distinction des sables marins et fluviatiles. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5 XV: 375-404.

- DICKINSON W. R. and SUCZEK C. A. (1979).** Plate tectonics and sandstone compositions. AAPG Bulletin v. 63, p. 2164-2182
- DIGBEHI Z. B., AFFIAN K., MONDE S., POTHIN K. B.K. et AKA K. (2001).** Analyse sédimentologique de quelques faciès du continental terminal. BIOTERRE Revue des Sciences de la vie et de la Terre, vol. 2, n°1.
- FOLK R.L. (1951).** Stages of textural maturity in sedimentary rocks. Journal Sedimentary Petrology 21, 127-130.
- FÜCHTBAUER H. (1974).** Sediments and sédimentary rocks 1. Sedimentary Petrology Part II by Engelardt W. V., Füchtbauer H., Müller G. Second revised and enlarged edition with, 464 p.
- LEBUANEC B. (1972).** Les principaux sols de Côte d'Ivoire et leurs aptitudes culturales. Annales de l'Université d'Abidjan 8, 2 : 17-26.
- LENEUF N. (1972).** Aspect microscopique de la surface des grains de quartz du continental terminal de Côte d'Ivoire. Cah. OSTOM, Ser. Géol., Vol 4 n°1, p. 53-
- MONDE S., AKOBE C. A., DIGBEHI BRUNO Z. et AKA K. (2008).** Morphodynamisme des environnements à *Beach-rocks* du plateau continental de Côte d'Ivoire (golfe de guinée). Afrique sciences 04(3), pp. 153-165.
- NAGTEGAAL P.J.C. (1978).** Sandstone-framework instability as a function of burial diagenesis. Journal of geological Society; London 135: 101-105
- OTTMANN F. (1960).** Une hypothèse sur l'origine des aréfices du Nord-Est brésilien, C.R., Som. Soc. Géol. Fr., Fasc. 7, pp. 175-176.
- PETTIJOHN F. J., POTTER P. E. and SIEVER R. (1972).** Sand and sandstone. Spinger Edition, New York, Heidelberg, Berlin, 618p. Planification. Vol. 1. Manuel de cours.
- SAAIDI E. (1991).** Classification des roches sédimentaire *in* Traité de sédimentologie: Pétrographie environnements sédimentaires. Édition, Afrique orient. , pp. 61-115.
- SELLEY R. C. (1976).** An introduction to sedimentologie. U.S. Edition published Academic Press Inc. (London). 408 p
- SPENGLER A. and DELTEIL J. (1966).** Le bassin sédimentaire tertiaire de la Côte d'Ivoire. In : Les bassins sédimentaires du littoral Africain. Ass. Serv. Géol. Afr., Paris, pp99-113.
- TAGINI B. (1971).** Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire. Essai de géotectonique régionale. Thèse DES, Lausanne (Suisse), 302 p.
- YACE I. (2002).** Initiation à la géologie. L'exemple de la Côte d'Ivoire et de l'Afrique de l'Ouest. E CEDA, 183 p.