

CARACTERISATIONS CHIMIQUE ET MINERALOGIQUE DE QUELQUES VARIETES D'ARGILE DU TOGO

TCHANGBEDJI Gado¹, TCHAKPELE Komi¹, ASSIH TOYI¹,
AMOGOU Atiade Sita², SAMAH Ouro - Djobo², MARTIN François³

*1- Laboratoire de Physico - Chimie des matériaux, Faculté des Sciences,
Université de Lomé BP 1515 Lomé Togo*

2- Centre de Construction et du Logement (CCL) de Cacavellh, BP 1762 Lomé Togo

*3- Laboratoire de Minéralogie et cristallographie, Université Paul Sabatier
CNRS/UMR5563 39, Allées Jules Guesde, 31 000 Toulouse France.*

(Reçu le 30/10/2002/ - Accepté le 04/03/2004)

Summary : Within the framework of the valorisation of natural materials of Togo, chemical and mineralogical characterizations of a few varieties of clay have been realised . Chemical analysis results show that the four materials are rich in silica (SiO₂) but also contain clay materials. Granulometry and X rays diffraction analysis reveal that these raw materials should be used for manufacturing glass and ceramics but can not be added for bricks and roof tiles compositions because of their limited kaolinitis content.

Key words : clays, silica, Chemical analysis, X rays diffraction, Granulometry

I - INTRODUCTION

Les argiles ont stimulés la créativité des hommes^[1,2,3] qui ont imaginé depuis des siècles et sous toutes les latitudes de multiples procédés pour en tirer profit dans l'industrie du bâtiment, en poterie et en objets d'arts (briques, tuiles, faïence émaillées, porcelaines, céramiques, etc.).

* Auteur de correspondance : e-mail : tchangbedji@hotmail.com

Actuellement, ces matériaux naturels concurrencent les nouveaux matériaux de synthèse et trouvent une application dans divers domaines de l'industrie moderne notamment en génie civil^[4], dans les technologies de pointes où les céramiques à base d'argile servent de revêtement anti-thermique dans les navettes spatiales et dans les aubes des turbines^[2].

Cependant, la faiblesse des connaissances scientifiques sur la composition chimique et les propriétés physico-chimiques, structurales et mécaniques de la plupart de ces matériaux naturels, limite leur utilisation et leur valorisation. En effet on regroupe sous le générique argiles, toute une famille de terres d'origine sédimentaire susceptibles d'absorber en eau une fraction importante de leur poids sec (jusqu'à 30%)^[2]. Le principal constituant des argiles est la silice (SiO_2) à laquelle s'ajoutent en proportions variables d'un matériau à un autre, les oxydes de divers éléments chimiques (fer, aluminium, magnésium, calcium, potassium, phosphore, zinc, cuivre, titane etc.)^[4]. La teneur d'une argile en ces oxydes détermine la couleur de celle-ci.

Le présent travail vise les caractérisations chimique et minéralogique, par trois techniques différentes (le dosage élémentaire, la granulométrie et la diffraction des rayons X), de quatre variétés d'argile prélevées dans différentes formations géologiques du Togo situées dans les plaines du sud Togo (argiles de Kouvé et de Togblé-Kopé) et dans les régions montagneuses (argiles de Bangéli et de Kpodzi). Cette étude permettra de savoir si ces gisements sont susceptibles d'être utilisés dans l'industrie du bâtiment (briques, tuiles, etc.) ou pour la fabrication de la verrerie et des céramiques.

II - PROTOCOLE EXPERIMENTAL

La composition chimique des argiles étudiées a été déterminée par le service d'analyses des roches et minéraux du Laboratoire de

Spectrochimie et Géostandards du CNRS en France. La méthode utilisée est la spectrométrie d'émission à plasma à couplage inductif (ICP) à l'aide du spectromètre Jobin- Yvon JY 70 Type II. Un gramme d'échantillon est calciné à 1000°C pendant 4 heures (montée en température et refroidissement dans le four). Le matériau calciné est fondu au métaborate de lithium (900mg pour 300 mg de roche) suivi d'une mise en solution acide nitrique 1N. La solution est directement analysée par ICP. L'étalonnage est assuré par des standards géochimiques (étalons internationaux de référence) ayant subi le même traitement que les échantillons.

La sélection granulométrique des différents échantillons bruts a été réalisée par tamisage à différentes granulométries : 50 μm , 100 μm , 200 μm et 500 μm . Nous avons ainsi obtenu cinq fractions par échantillon. Pour chaque fraction, une pesée a été faite pour connaître leur proportion par rapport à la fraction totale et ensuite estimer les proportions des différents minéraux du gisement. Le prélèvement analysé est représentatif de la composition globale du gisement.

La diffraction des rayons-X sur poudre a été réalisé, sur la fraction la plus représentative du gisement, dans un domaine angulaire θ allant de 1 à 40°. Le temps d'acquisition est de 2 secondes par pas pour chaque échantillon. La radiation utilisée est $K\alpha_{1,2}$ cuivre ($\lambda=1.540598$ Å). Une calibration avait été réalisée au préalable avec du quartz, des kaolins et des feldspaths afin de tenir compte de l'erreur induite par l'intensité des raies du quartz par rapport aux autres minéraux. La surface des raies (hkl) principales de chaque minéral a été mesurée afin d'estimer les quantités respectives de ces minéraux. Cette estimation a été faite par comparaison avec des échantillons standards dont les compositions minéralogiques sont parfaitement connues.

III - RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les résultats des analyses de la composition chimique par spectromètre d'émission sur les quatre gisements étudiés sont contenus dans le tableau I. Ces résultats montrent le caractère argileux des matériaux étudiés avec une forte présence de la silice. De plus, la somme des pourcentages des différents composés est remarquablement voisin de 100% . Les éléments traces représentent moins de 0.5% de la masse totale. Le pourcentage en perte au feu représente la masse d'eau et de substances organiques contenues dans le gisement.

TABLEAU I : Pourcentage des composés majeurs des argiles

% massique des Composés	Argile de Togble-kopé	Argile de Kouvé	Argile de Kpodzi	Argile de Bangéli
SiO ₂	71.35	58.82	51.09	61.72
Al ₂ O ₃	10.85	19.42	25.97	17.77
Fe ₂ O ₃	4.40	5.10	2.50	4.30
TiO ₂	1.10	0.51	0.24	0.81
CaO	0.61	0.54	7.65	0.47
MgO	0.47	0.70	1.03	1.57
MnO	0.12	-	-	-
Na ₂ O	0.46	4.36	2.72	0.59
K ₂ O	0.21	2.30	0.19	3.88
P ₂ O ₅	0.05	0.06	0.09	0.10
Perte au feu	10.24	8.10	8.32	8.63
Total	99.86	99.91	99.80	99.84

Dans les tableaux ci dessous, sont reportées les quantités des différents minéraux pour les différentes fractions granulométriques des gisements étudiés. Les valeurs des pourcentages sont des valeurs semi-quantitatives et ne sont donc pas à prendre pour des valeurs exactes (les surfaces des raies principales pour une même espèce

minérale peuvent varier en fonction de divers paramètres: substitution, cristallinité, domaines de cohérence...).

TABLEAU II : pourcentages des différents minéraux dans chaque fraction de la poudre de TOGBLE-KOPE

Fractions	Albite	Kaolinite	Quartz	Smectite Mg,Ca
< 50 µm	5	1	93	1
50-100 µm	2	1	96	1
100-200 µm	4	1	94	1
200-500 µm	2	1	96	1
> 500 µm	2	1	96	1

TABLEAU III : pourcentages des différents minéraux dans chaque fraction de la poudre de KOUVE

Fractions	Albite	Kaolinite	Quartz	Smectite Mg,Ca
< 50 µm	28	7	51	14
50-100 µm	33	7	38	22
100-200 µm	49	5	34	12
200-500 µm	47	4	40	9
> 500 µm	71	3	19	7

TABLEAU IV : pourcentages des différents minéraux dans chaque fraction de la poudre de KPODZI

Fractions	Albite	Amphiboles	Hématite	Illite	Kaolinite	Quartz	Smectite Mg,Ca
< 50 µm	27		15	1	11	26	20
50-100 µm	49			1	8	21	21
100-200 µm	38	2		2	9	26	23
200-500 µm	78	< 1			< 1	18	2
> 500 µm	34	3		3	6	44	10

TABLEAU V : pourcentages des différents minéraux dans chaque fraction de la poudre de BANGELI

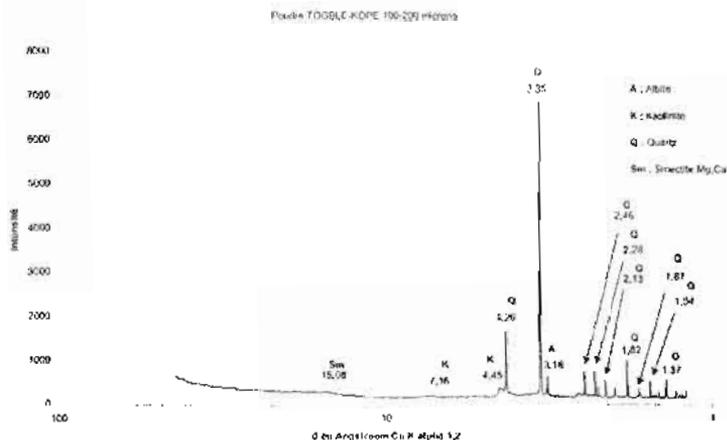
Fractions	Albite	Illite	Kaolinite	Quartz	Smectite Mg,Ca
< 50 µm	7	4	4	83	2
50-100 µm	6	4	3	85	2
100-200 µm	6	5	3	83	3
200-500 µm	7	5	2	84	2
> 500 µm	7	5	3	83	2

L'identification des différents composés par diffraction des rayons X a été réalisé en utilisant la méthode développée par BRINDLEY et Col. en 1980^[5]. Les résultats de cette identification sont reportés sur les figures 1, 2, 3 et 4.

Les échantillons des gisements qui ont été analysés ont des couleurs comprises entre le brun - brun rougeâtre ou brun clair, témoignant de la présence de phases ferrifères dans tous les échantillons^[6]. Les grains de quartz observés à la loupe binoculaire présentent eux aussi une coloration de même type.

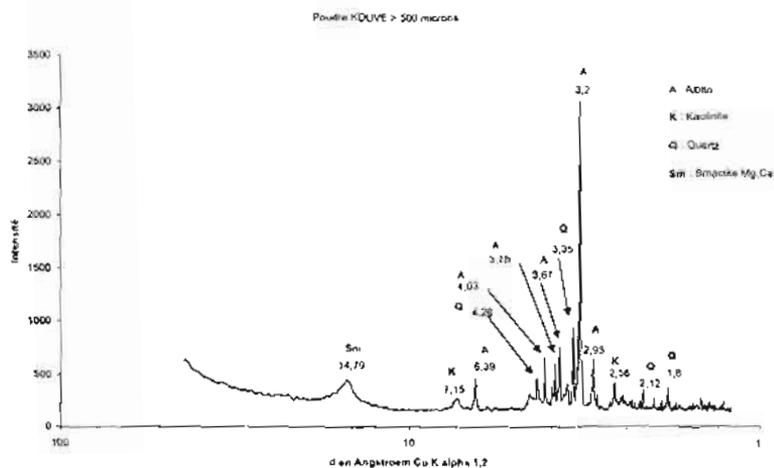
L'argile de Togblé - Kopé est un gisement de quartz quasi pur (95 % sur la fraction totale) comme l'indique le diffractogramme de la poudre (Fig.1). L'échantillon contient, en très faibles proportions, de l'albite (3 %), kaolinite (1 %) et smectite Mg,Ca (1 %). Ces résultats sont en parfait accord avec ceux de la granulométrie (Tableau II).

FIGURE 1 : Diffractogramme de la fraction 100-200 μm de l'échantillon Togble-Kope



L'échantillon de Kouvé dont le diffractogramme est reporté sur la figure 2 renferme majoritairement de l'albite (32 % sur la fraction totale) et du quartz (48% sur la fraction totale). La teneur la plus importante en albite concerne la fraction supérieure à 500 microns (71 %) et la teneur diminue progressivement jusqu'aux fractions fines (Tableau III). La fraction la plus grossière apparaît être la plus intéressante car c'est celle qui renferme la plus forte teneur en albite et la plus faible teneur en smectite. Parallèlement à la décroissance de la teneur en albite, on note une augmentation de la teneur en smectite.

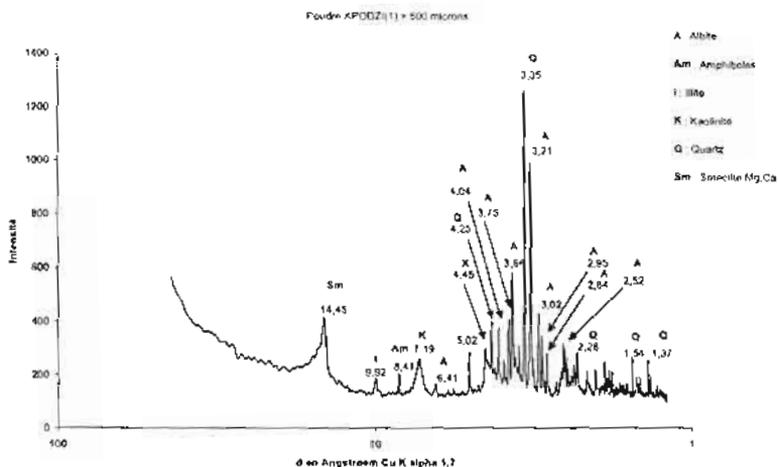
FIGURE 2 : Diffractogramme de la fraction > 500 µm de l'échantillon Kouve



L'argile de Kpodzi est un échantillon qui contient principalement de l'albite (48 % sur la fraction totale), du quartz (48 % sur la fraction totale), et des smectites magnésiennes-calciques (18 % sur fraction totale) (Tableau IV). La fraction la plus intéressante est celle comprise entre 200 et 500 microns car c'est celle qui renferme le plus d'albite (78 %) et le moins de smectite (2 %).

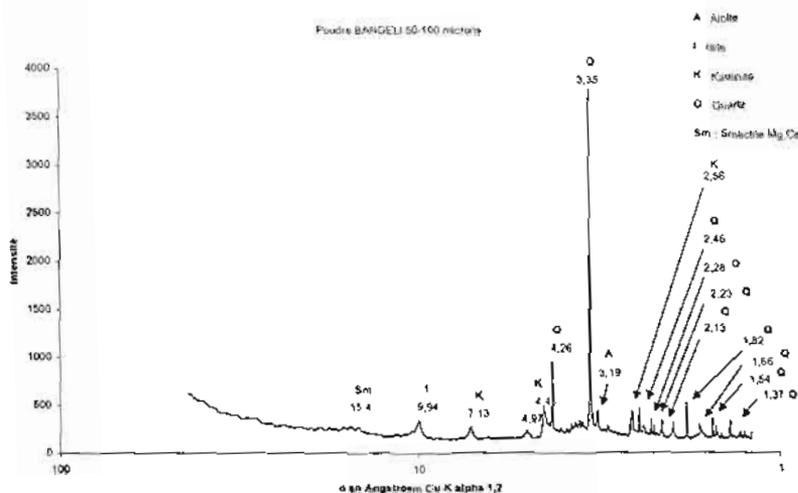
Nous notons enfin pour ce gisement, une minéralogie nettement plus complexe que celles des autres gisements étudiés avec la présence d'autres composés (hématite et amphiboles). Le diffractogramme de cette poudre reporté sur la figure 3 confirme les résultats de la granulométrie.

FIGURE 3 : *Diffractogramme de la fraction comprise entre 200 et 500 µm de l'échantillon Kpodzi*



Le gisement de Bangéli est typique pour la verrerie car très riche en quartz (84 % sur la fraction totale), et possédant des feldpaths en faible quantité (rôle de fondant) comme l'indiquent les résultats de la granulométrie (Tableau V) et de la diffraction des rayons X (fig. 4). Le tri granulométrique a permis aussi de sélectionner très facilement différentes tailles de grains de quartz, permettant ainsi d'éviter l'étape du broyage pour la sélection des granulométries.

FIGURE 4 : Diffractogramme de la fraction 50-100 μm de l'échantillon Bangeli



L'étude par diffraction des rayons X et par granulométrie a montré que les teneurs des différents minéraux identifiés dans les quatre échantillons sont variables.

Les gisements à fort potentiels de quartz et d'albite sont les argiles de Kouve et de Kpodzi. (Tableau III et IV). Ils sont susceptibles d'être utilisés pour la fabrication du verre ou de produits céramiques. Pour ces argiles, à cause de leurs fortes teneurs en smectite, les fractions exploitables sont limitées : fraction supérieure à 500 μm pour Kouve (Tableau III), celle comprise entre 200 et 500 μm pour Kpodzi (Tableau IV). Enfin, le tri sélectif de la fraction supérieure 50 μm de la variété d'argile de Kpodzi devrait permettre d'éliminer l'hématite et donc de valoriser cette matière première.

Les argiles de Bangeli, et de Togble-Kope sont des gisements à fort potentiel de quartz. Ils pourront être essentiellement exploités

pour la fabrication de verre. On peut noter de faibles quantités de feldspaths qui sont un atout car ils jouent le rôle de fondants.

Les quatre gisements qui ont fait l'objet de cette étude ne peuvent pas être utilisés pour la fabrication de tuiles et de briques rouges à cause de leur très faible teneur en kaolinite.

IV – CONCLUSION

En conclusion, les échantillons analysés proviennent de formations géologiques intéressantes au niveau industriel : le coût des exploitations pour la valorisation de ces gisements sera relativement faible ; seules des méthodes de flottation-sédimentation, tri granulométrique et broyage sont à envisager. Les produits issus de ces traitements pourront être utilisés en tant que tel en céramique et en verrerie. Leur utilisation pour la fabrication des briques et tuiles n'est pas recommandée à cause de leur faible teneur en kaolinite.

Cette présente étude devra être complétée par divers prélèvements sur les différents sites afin de connaître les puissances des gisements, l'homogénéité des matériaux, et voir si les variations minéralogiques (nature, nombre et constituant) sont limitées à l'intérieur d'un même gisement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] - RIDE C., *Thèse*, Faculté des Sciences de Paris (1969).
- [2] - La céramique. (Internet), <http://www.collection-originale.fr/co/>
- [3] - DECARREAU A., *Matériaux argileux: structure, propriétés et applications*, SFMC 1990, (1990).
- [4] - CAILLERE S., HENIN S., RAUTUREAU M., *Les argiles*, Edition SEPTIMA Paris, (1989)

- [5] - BRINDLEY G. W., BROWN G., *Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification*. Mineralogical Society, LONDON, (1980).
- [6] - Argile rouge, (Internet),
http://www.albanmuller.fr/français/produit/argile_rouge.html