

# LE CIMENT SILICEUX DANS LES GRÈS POLYMORPHES DU PLATEAU DES BIANO (SHABA-ZAIRE) PROVIENT EN PARTIE DE LA SILICIFICATION D'UNE MATRICE CARBONATÉE<sup>1</sup>

par

TSHIDIBI Nyama ya Badi<sup>2</sup>

(1 figure et 1 planche)

**RESUME.**- Les grès polymorphes se présentent dans des sites très divers, in situ ou accumulés en amas considérables et possèdent une extension très vaste en Afrique.

Sur le plateau des Bianco, ces grès sont observés sur les surfaces les plus élevées et les études antérieures ont conduit à de fortes présomptions sur la présence d'un ciment qui aurait disparu.

Cette présente étude a tenté d'établir des relations entre la silice et cette ancienne substance.

L'analyse pétrographique des grès du Plateau des Bianco a permis de postuler la présence d'une matrice carbonatée originelle composée de calcite et parfois de dolomite. Cette matrice se présente sous forme résiduelle en grains très petits ( $< 20 \mu\text{m}$ ).

La formation de la matrice carbonatée a été également mise en cause pour expliquer la corrosion des grains de quartz détritiques constitutifs des grès polymorphes. Une telle corrosion a dû se produire avant la silicification responsable du ciment siliceux actuel.

**ABSTRACT.**- Polymorphic sandstones are widespread in Africa where they occur under very different circumstances, either in situ or as thick accumulations.

On the Bianco Plateau these sandstones are found at the highest places. Earlier studies suggest that the original cement of the same has been replaced by silica.

The present study was meant to elucidate the relationship between the silica and the original cement.

Petrographic analysis of these sandstones on the Bianco Plateau indicates that the original matrix may have been calcite and sometimes dolomite. Very small grains ( $< 20 \mu\text{m}$ ) represent the residu of this original cement.

The formation of the carbonate matrix may explain the corrosion of the detrital quartz grains of the polymorphic sandstones, because this corrosion must have taken place before the silicification of the actual silica cement.

## INTRODUCTION

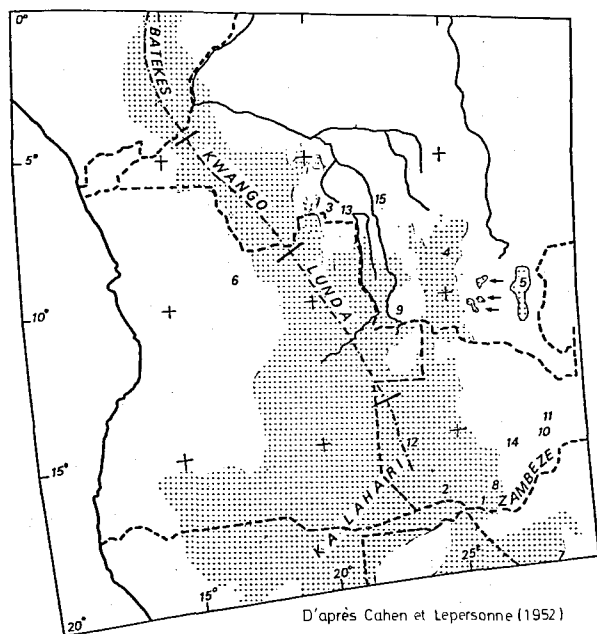
Le système du Kalahari (fig. 1) comprend deux séries : la série inférieure des sables ocre, datée du Néogène et la série inférieure composée de grès polymorphes, attribuée au Paléogène (De Ploey *et al.*, 1968).

Le terme de «grès polymorphes» a été introduit pour la première fois par Cornet (1894) pour désigner des meulière d'aspects variés. C'est au

Shaba que cet auteur observa les grès polymorphes in situ, sur les collines tabulaires de la Lofoi (plateau des Kundelungu). Ces roches se présentent ici en bancs épais ou en blocs très grands (15 m), compacts, rouges, vernissés ou d'aspect carié. Dans «les vallées d'érosion» séparant les

1. Manuscrit révisé reçu le 12 décembre 1986.

2. Laboratoire de Géographie physique (Géomorphologie intertropicale), place du XX-Août, 7, B-4000 Liège (Belgique).



1 Victoria Falls	6 Mission des Bangala	11 Chisamba
2 Katima Molino	7 Bulawayo	12 Mongu
3 Mont Bunza	8 zimba	13 Kasai
4 Kamina	9 Malonga	14 Kafue
5 Kampemba (Kundelungu)	10 Lusaka	15 Lulua
	≡ Zone étudiée	

Fig. 1.- Carte schématique de l'extension du Système du Kalahari (d'après Cahen & Lepersonne (1952))

1. Victoria Falls; 2. Katima Molino; 3. Mont Bunza; 4. Kamina; 5. Kampemba (Kundelungu); 6. Mission des Bangala; 7. Bulawayo; 8. Zimba; 9. Malonga; 10. Lusaka; 11. Chisamba; 12. Mongu; 13. Kasai; 14. Kafue; 15. Lulua; zone étudiée.

différentes collines en tables, par contre, l'auteur signale uniquement la présence de blocs accumulés en amas chaotiques considérables.

Les grès polymorphes sont des roches dont l'extension est très vaste en Afrique. Au nord de l'équateur, la partie inférieure du Continental Terminal (Paléogène) se compose, outre les sables, de grès caractérisés par la présence de nombreux oxydes de fer et de grès ferrugineux. On y rencontre aussi des argilites (Lepersonne, 1960). Des grès polymorphes sont ici cimentés par la silice avec des lentilles calcaires ou argileuses souvent silicifiées. On n'y signale guère de feldspath (Giresse, 1982).

La similitude entre les calcédoines fossilifères du Mont Bunza et les formations de la région du Kalahari a été établie par Maufe (1929). Ces analogies ont été confirmées par la suite dans les travaux de Cahen & Lepersonne (1952). Ces derniers auteurs ont fait des raccords permettant de suivre les affleurements des grès polymorphes

depuis le plateau des Bateke (Congo Brazzaville) et le bassin du Zaïre jusqu'en Afrique australe, en passant par l'Angola, la Zambie, le Zimbabwe et la Namibie (fig. 1).

C'est dans la partie occidentale du Zaïre que les grès polymorphes atteignent l'épaisseur la plus grande. C'est notamment le cas dans la région du Kwango, c'est-à-dire entre la rivière Nsele, affluent du Zaïre (près du pool Malebo) à l'ouest et la rivière Loange, affluent du Kasai, à l'est (de Ploey *et al.*, 1968). Dans cette région (désignée aussi dans sa partie occidentale sous le nom de plateau des Bateke), l'épaisseur des grès polymorphes varie entre 80 et 100 m (de Ploey *et al.*, *op cit.*). Au Kasai occidental, ces auteurs signalent une diminution sensible de l'épaisseur de la série inférieure du Système du Kalahari.

Par ailleurs, la comparaison établie par de Ploey *et al.* (1968) entre la série supérieure et celle des grès polymorphes a montré que ces dernières formations sont caractérisées par :

- la présence d'un enduit siliceux amorphe ou partiellement quartzeux enrobant les grains de quartz, mais que l'on ne trouve pas souvent sur les grains des sables ocre.
- la corrosion des grains de quartz est moins fréquente dans les grès polymorphes que sur les sables ocre.
- l'absence de cassure sur les grains de quartz, alors qu'au niveau des sables ocre les cassures se généralisent.
- l'absence d'enrobage ferrugineux autour des grains de quartz, alors que celui-ci a été fréquemment observé dans la série des sables ocre.
- l'absence de quartz de néoformation alors qu'il existe dans la série des sables ocre sous forme de grains prismatiques.

Sur le plateau des Bateke et dans la région du Kasai occidental, de Ploey *et al.* (1968) ont décrit des faciès différents représentant les grès polymorphes. Il s'agit notamment des sables, de grès tendres et meulière, en couches stratifiées en bancs épais, parfois à litage oblique. Au sommet de la série, les auteurs signalent la présence de sables blanc-de-neige qualifiés de très mobiles. A la base, on observe des brèches à ciment de calcédoine, des grès à tubulations probablement dues aux racines des plantes.

Les meulière que ces auteurs ont étudiées ont une composition très variée. Elles vont de grès silicifiés à aspect de quartzite jusqu'à des calcédoines pures en passant par des grès à ciment de calcédoine ou d'opale et par des calcédoines à grains de quartz bien arrondis, disséminés. Les meulière dans ces régions présentent généra-

lement un caractère fossilifère : présence d'ostracodes, de petits gastéropodes et de débris de végétaux.

D'abondants grains ronds-mats et des galets éolisés à facettes observés à la base de la série des grès polymorphes ont permis de considérer qu'une aridification intense avait précédé le dépôt des grains quartzeux qui composent les faciès actuels des grès polymorphes (Mortelmans, 1946).

La silicification de ces roches a même été considérée comme favorable à la conservation des coquilles fragiles et facilement solubles y observées (de Ploey *et al.*, 1968). Une telle silicification est une manifestation qualifiée de précoce par ces auteurs. Quant à la présence des lentilles de calcaires silicifiés signalées dans les grès polymorphes, elle a été mise en rapport avec de saisons relativement humides permettant la circulation d'eau indispensable à la dissolution de la silice et son transport.

## LES GRÈS POLYMORPHES DU PLATEAU DES BIANO

### 1.- ETUDE ANTERIEURE

Sur le plateau des Bianco, l'étude des grès polymorphes a été faite par Alexandre-Pyre (1971). En effet, dans son ouvrage sur la géologie et la géomorphologie de ce plateau, l'auteur a consacré un important chapitre à ces formations. Un développement détaillé y a été fait sur la mise en place des grès polymorphes, sur le mode de leur gisement, sur les processus contribuant à l'altération de ces roches et surtout, l'auteur a fait une large place à l'étude de la nature pétrographique des grès polymorphes.

En ce qui concerne la mise en place, Alexandre-Pyre constate qu'à la différence des autres régions du Zaïre, notamment les régions du Kwango et du Kasai occidental, les grès polymorphes du plateau des Bianco n'ont été observés qu'en blocs, jamais en bancs continus reposant sur le substratum ancien (Mésozoïque). Sur le plateau des Bianco, les grès sont posés sur le sable ou enfouis à moins d'un mètre de profondeur sauf dans les vallées où des blocs sont au contact du Kundelunguien. Dans ce cas, l'auteur les attribue aux remaniements dont les traces ont été observées sur le terrain même.

La plupart des blocs sont observés sur les surfaces élevées (1625-1650 m). C'est dans les vallées peu profondes que l'on signale la présence des blocs les plus volumineux (plus d'un mètre cube). Tel est le cas, par exemple dans la vallée de la Pupa. Des blocs de dimensions variables (0.2 à

1 m) s'observent surtout dans les vallées encaissées.

Alexandre-Pyre (1971) a proposé une typologie des grès polymorphes basée sur les caractères pétrographiques et sédimentologiques : classement des grains de quartz, morphométrie, pourcentage de calcédonite, vigueur de la cimentation, existence ou non de quartz authigène.

Il ressort donc de l'étude pétrographique de ces roches au plateau des Bianco de fortes présomptions sur la présence au sein de celles-ci d'un ancien ciment qui aurait disparu. L'auteur montre la similitude avec des phénomènes de substitution observés dans les cuirasses mais ne se prononce pas sur la nature de l'ancien ciment dans le cas des grès.

### 2.- BUT DE L'ETUDE

L'objectif de la présente étude est non seulement de démontrer que cette substance, qui a réellement existé ne consiste pas en oxyde de fer. En outre, il sera établi des relations diagénétiques entre la silice et ladite substance présumée disparue. Aussi, nos descriptions pétrographiques porteront-elles surtout sur le matériau intergranulaire ou sur d'éventuelles relations entre ce dernier et les grains de quartz détritiques.

### 3.- DESCRIPTIONS

Le ciment siliceux des grès polymorphes se présente sous plusieurs variétés :

- Les mégaquartzéquadimensionnels : ce sont des grains dont le diamètre varie entre 20 et 300  $\mu\text{m}$ . Cette silice se caractérise par une extinction onduleuse et par sa disposition en mosaïque de grains jointifs. Dans la roche, ce type de silice constitue l'événement le plus tardif dans la silicification matricielle. En effet, le mégaquartz se rencontre soit sur les parois de vides, soit au centre de ceux-ci lorsque le remplissage de ces vides a été important. Dans les deux cas, entre les éponges et les dépôts de cette forme de silice, il apparaît très fréquemment des zones intermédiaires formées d'autres variétés de silice, en l'occurrence le quartz microcristallin et la calcédonite.

- Les quartz microcristallins : leur diamètre varie entre 3 et 25  $\mu\text{m}$ . Cette silice constitue des amas dont la morphologie générale et le diamètre rappellent ceux de certains grains de quartz détritique inclus dans la roche (diamètre de plus ou moins 650  $\mu\text{m}$ ) (Pl. 1 : 1). Il faut signaler ici que la plupart des grains de quartz détritique corrodés sont souvent associés au quartz microcristallin (Pl. 1 : 1). Par ailleurs, des grains microscopi-

ques de calcite résiduelle sont souvent associés à cette silice. La taille de ces grains est analogue à celle des quartz microcristallins, c'est-à-dire de 3 à 25  $\mu\text{m}$ .

- Quant à la silice fibreuse, elle s'exprime généralement sous forme de calcédonite.

Nous avons voulu distinguer différentes variétés de calcédonites :

Keene (1983) propose les types suivants :

- calcédonite length-fast fibres (Pl. 1 :2) c'est la plus commune;

- calcédonite length-fast à faible indice de réfraction, à fibres allongées parallèlement à l'axe optique;

- calcédonite à structure zébrée à biréfringence constante;

- lutécite à extinction donnant des structures caractéristiques en chevrons.

- quartzine ou «length-slow chalcedony» qui se distingue peu d'autres variétés de calcédonite length-fast les plus communes. On ne peut la reconnaître qu'en ayant recours à des lames auxiliaires (allongement positif). Elle remplace souvent les minéraux tels que la dolomite ou la barytine authigène ainsi que les minéraux évaporitiques comme le gypse ou l'anhydrite.

En ce qui concerne les grès polymorphes du plateau des Bianco, nous avons observé trois variétés de calcédonite :

- la calcédonite de couleur brune qui est le type «length-fast» à indice de réfraction faible : ses fibres tapissent certaines parois des vides ou elles forment des couches parallèles. Elles s'associent généralement aux grains de quartz microcristallins et aux grains ultramicroscopiques de calcite résiduelle. De nombreux grains de quartz détritique sont cernés par des fibres analogues qui, elles aussi, sont mêlées aux quartz microcristallins et aux cristaux de calcite résiduelle.

- la lutécite : la photo 1 montre ce type de silice. La largeur de ses zones d'extinction se situe entre 25 et 85  $\mu\text{m}$ . La longueur des fibres varie de 100 à 300  $\mu\text{m}$ . La largeur moyenne des fibres avoisine 15  $\mu\text{m}$ . Elles se sont développées en plusieurs épisodes traduites par une structure zonaire que l'on observe parfois sur certaines plages. Dans ce cas, la croissance respecte le sens d'allongement des fibres appartenant à la génération précédente. Sur la même photo, on remarque la silicification tardive faite exclusivement de mégaquartz en grains en mosaïque dont la taille peut dépasser 350  $\mu\text{m}$ . On remarque également que la plupart des grains de quartz

détritique présentent des marques de corrosion. Celle-ci apparaît là où les quartz microcristallins (diamètre de moins de 20  $\mu\text{m}$ ) sont observés.

- le quartzine : dans certaines lames des grès polymorphes (type : grès), nous avons observé des sections losangiques de quartz zoné qu'entoure une silice fibreuse. Les fibres sont orientées subperpendiculairement aux faces de ce quartz vraisemblablement néoformé. Ce quartz zoné résulterait de la transformation de quartzine en mégaquartz, comme le suggère des traces fibreuses parfois observées sur certaines zones. Cette structure zonaire des cristaux de quartz dans la roche évoque la cristallisation de la silice aux dépens de la dolomite en cristaux idiomorphes et dont la structure zonaire est assez caractéristique (Scholle, 1979, p. 132).

Notons en outre la présence d'auréoles de croissance authigène de la silice autour d'un certain nombre de grains de quartz détritique. La limite entre les deux silices est souvent soulignée par les accumulations ferrugineuses.

#### 4.- INTERPRETATION

Les descriptions que nous venons de faire sur les grès polymorphes du plateau des Bianco montrent que la silice calcédonieuse et surtout les grains de quartz microcristallins ont dû se substituer à une matrice carbonatée que nous avons identifiée. Elle est composée essentiellement de calcite. En effet, la calcédonite brune est considérée par plusieurs auteurs comme un minéral résultat de l'épigénie de la calcite par les solutions siliceuses (Scholle, 1979; Keene, 1983.). L'identification dans les échantillons de grès polymorphes de ce carbonate en association avec le quartz microcristallin confirme l'hypothèse d'une telle substitution.

La présence des cristaux idiomorphes de dolomite silicifiée montre qu'un second type de matrice carbonatée était également en place au moment où les silicifications se sont produites. Une telle épigénie semble résulter d'une croissance diagénétique en deux phases au moins. On pourrait postuler une calcitisation (peut-être précédée d'une dolomitisation) qui a pu contribuer à la formation d'une matrice carbonatée des grès polymorphes. Cette calcitisation a pu être suivie par les processus de silicification procédant par substitution plus ou moins partielle de ce carbonate.

Il convient de remarquer que des événements analogues ont été signalés ailleurs dans de nombreux ouvrages, dont par exemple celui de Toulemont (1982) qui souligne les épigénies

siliceuses et calcitiques du gypse du lutétien supérieur du bassin parisien.

Les silicifications des grès polymorphes se sont effectuées en trois épisodes au moins :

- Le stade de substitution de la matrice carbonatée (notamment la calcite et la dolomite). Ce stade est caractérisé par la présence de silicification en quartz microcristallin. La taille, la forme et la disposition des grains sont comparables à celles des grains de calcite rencontrée dans certaines lames minces. La calcédonite brune et la quartzine transformées en mégaquartz à cristaux zonaires idiomorphes font également partie des silicifications par épigénie siliceuse des substances carbonatées. En effet, la présence de ces deux variétés de silice constitue une preuve d'une telle substitution (Scholle, 1979; Toulemont, 1982; Keene, 1983).

- Le stade de formation de la lutécite : la mise en place de ce minéral a dû s'effectuer à son tour, en plusieurs étapes. L'interruption de la croissance siliceuse ici traduirait en effet les périodes où la concentration de la silice en solution était trop faible pour permettre les précipitations nouvelles. En revanche, la formation de la lutécite et celle d'autres formes de silice apparues au cours du premier stade de silicification pourraient être considérées comme indiquant la présence des solutions fortement concentrées en silice (Schmitt & Boyd, 1981).

- Le mégaquartz caractérise, quant à lui, des précipitations tardives comme le suggère la position centrale qu'occupent ses grains lors du remplissage des vides. Sa mise en place se serait produite à partir des solutions météoriques avec des températures ne dépassant guère les 40° (Miliken, 1979).

Quant à la corrosion des grains de quartz détritiques présents dans les lames minces, il semble que la présence de la matrice carbonatée, notamment la calcite, en soit la cause principale. Une telle dissolution du quartz a dû s'effectuer avant les processus de silicification responsable du ciment siliceux actuel.

En effet, les précipitations siliceuses nous paraissent incompatibles avec la corrosion des grains de quartz détritiques. Par ailleurs, la formation de la matrice carbonatée (calcite) se réalise dans les conditions plus ou moins basiques. Ces dernières sont favorables à la corrosion du quartz lorsque le rôle de la température sur cette corrosion est négligeable (Fritz, 1981).

## CONCLUSION

Cette étude sur les grès polymorphes a permis d'observer :

- 1.- une grande variété dans le ciment des grès;
- 2.- la présence de calcite, sous forme résiduelle en grains très petits (moins de 20  $\mu\text{m}$ ) au sein même du ciment;
- 3.- la présence de calcédonite brune et de quartz microcristallin, dont les dimensions et la forme sont comparables à celle des petits cristaux de calcite.

Nous proposons donc l'hypothèse d'une ancienne matrice carbonatée, composée essentiellement de calcite et accessoirement de dolomite.

Au moment de la formation de cette matrice carbonatée, il y a eu corrosion des grains de quartz détritiques constitutifs des grès polymorphes. L'épigénie a été suivie d'autres précipitations de la silice.

Ces dernières sont à l'origine de la présence de lutécite, de quartzine et surtout de mégaquartz.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le Professeur J. Bellière d'avoir accepté de nous prêter les lames minces qui ont permis de mener cette étude.

Les photographies incluses ont été réalisées dans le laboratoire de Monsieur le Professeur F. Dimanche. Nous tenons à le remercier pour son obligeance.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE-PYRE, S., 1971.- Le plateau des Bianco (Katanga), Géologie et Géomorphologie. *Acad. roy. Sci. Outre-Mer, cl. Sci. nat. méd.*, N.S. XVIII (3) : 151 p.
- CAHEN, L. & LEPERSONNE, J., 1952.- Equivalence entre le système du Kalahari du Congo belge et les Kalahari beds d'Afrique australe. *Mém. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, série in -8°, 4 : 64 p.
- CORNET, J., 1894.- Les formations post-primaires du bassin du Congo. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 21 M193-275.
- De PLOEY, J., LEPERSONNE, J. & STOOPS, G., 1968.- Sédimentologie et origine des sables de la Série des sables ocre et de la série des «grès polymorphes» (Système du Kalahari) au Congo occidental. *Ann. Mus. roy. Afr. centr. Tervueren*, série in -8°, Sci. géol., 61 : 72 p.
- FRITZ, B., 1981.- Etude thermodynamique et modélisation des réactions hydrothermales et diagénétiques. *Mém. Sci. Géol.*, 65 : 197 p.

- GIRESSE, P., 1982.- La succession des sédimentations dans les bassins marins et continentaux du Congo depuis le début du Mésozoïque. *Sci. Géol. Bull.*, 35 (4) : 183-206.
- KEENE, J.B., 1983.- Chalcedonic quartz and occurrence quartzine (length-slow chalcedony) in pelagic sediments. *Sedimentology*, 30 : 449-454.
- LEPERSONNE, J., 1960.- Quelques problèmes de l'histoire géologique de l'Afrique au Sud du Sahara, depuis la fin du Carbonifère. *Ann. Soc. géol. Belg.*, LXXXIV : 21-85.
- MAUFE, H.B., 1929.- Observations sur les calcaires silicifiés du Mont Bunza (Kasai) et sur la calcédoine du Kalahari de la Rhodésie du Sud. *Ann. Soc. géol. Belg., Publ. rel. Congo belge, 1928-1929* : C151-158.
- MILIKEN, K.L., 1879.- The silicified evaporite syndrome - Two aspects of silicification history of former evaporite nodules from southern Kentucky and northern Tennessee. *Journ. Sedim. Petrol.*, 49 (1) : 245-256.
- MORTELMANS, G., 1946.- A propos de la présence au Katanga central de cailloux éolisés dans le conglomérat de base des «grès polymorphes». *Bull. Soc. belge Géol.*, 55 : 220-228.
- SCHOLLE, P.A. (éd.), 1979.- Constituents, textures, cements and porosities of sandstones and associated rocks. *AAPG Memoir*, 28 : 201 p.
- SCHMITT, J.G. & BOYD, D.W., 1981.- Patterns of silicification in Permian pelecypods and brachiopods from Wyoming. *Jour. Sedim. Petrol.*, 51 (4) : 1297-1308.
- TOULEMONT, M., 1982.- Les épigénies siliceuses du gypse lutétien du bassin de Paris. *Sci. Géol. Bull.*, 35 (1-2) : 3-16.

## PLANCHE 1

1. Association de quartz microcristallin, mégaquartz (remplissage de cavité) et calcédonite «length-fast-fibres» à faible indice de réfraction. On observe à gauche en haut, un ancien grain de quartz détritique totalement remplacé par des grains de quartz microcristallin via la calcite (dont on ne voit plus de trace ici). NX, Echelle : 500  $\mu\text{m}$ .
2. Structure fibroradiée de la calcédonite «length-fast-fibres». Les différents épisodes sont soulignés par la structure rubanée (centre de la photo). NX, Echelle : 500  $\mu\text{m}$ .

