

POLYMÉTAMORPHISME ET SUPERPOSITION DE TECTONIQUES DANS LE MASSIF CALCAREUX DE KIKOSA (KATANGA, CONGO) (*)

par J. BELLIERE (**)

(2 figures dans le texte)

RÉSUMÉ

Dans la première partie de cette note, l'auteur, se basant sur des observations tectoniques et pétrographiques montre que le massif calcaireux de Kikosa n'est pas d'âge kibarien, comme on l'a envisagé jusqu'ici, mais appartient au socle pré-kibarien. Cette région a été néanmoins reprise ensuite par la phase tectono-métamorphique kibarienne et constitue donc un domaine polycyclique.

Dans la deuxième partie de la note, l'auteur analyse les effets de la superposition des deux phases (ancienne et kibarienne) dans les roches du massif, à la fois au point de vue structural (replissement et nouvelle schistosité) et au point de vue pétrographique (paragenèses nouvelles).

INTRODUCTION

La région qui fait l'objet de cette note est située au Katanga à une trentaine de Km de Lubudi, dans la chaîne kibarienne (fig. 1). Cette chaîne, qui s'étend du SW au NE sur plusieurs centaines de Km, est constituée d'une série sédimentaire d'âge précambrien à caractère épizonal. Les couches y dessinent des plis, généralement serrés, de style synantyclinal, à plans axiaux redressés ; les axes en sont peu inclinés et sont orientés parallèlement à la chaîne, soit SW-NE. Cette série de sédiments est intrudée par des massifs granitiques, de volume parfois considérable. L'ensemble — sédiments kibariens plissés et granites — constitue le socle sur lequel se sont déposés en discordance les couches du Groupe du Katanga. Ces dernières, dans la région qui nous occupe, forment une couverture subhorizontale non plissée, à légère pente SE. On se trouve donc en dehors de la zone affectée par les plissements lufiliens (post-katangiens), de sorte que les dernières déformations tectoniques à caractère plastique sont celles de la période tectogénique post-kibarienne ; les seules déformations plus récentes consistent en une série de failles radiales, qui affectent à la fois le socle kibarien et sa couverture katangienne.

Les sédiments kibariens ont fait l'objet, tant au point de vue stratigraphique que pétrographique et tectonique, de diverses études auxquelles on pourra se référer pour plus de détails (notamment : MOUREAU, 1960 ; VAN DE WALLE, 1960 ; CAHEN et LEPERSONNE, 1967). L'essentiel de ces observations, en ce qui concerne l'objet de la présente note, peut se résumer comme suit.

(*) Communication faite durant la séance du 5 novembre 1968. Manuscrit déposé le même jour.

(**) Université de Liège, Laboratoires de Pétrographie et de Géologie, 7, place du Vingt-Août, Liège.

Considérés régionalement, c'est-à-dire en dehors des zones de contact des granites, les sédiments kibariens montrent toujours des paragenèses épizonales (greenschist facies). Ce sont des quartzites, des quartzites sériciteux, des quartzo-phyllades et des phyllades à séricite, chlorite, et parfois chloritoïde. Les roches phylliteuses de cette série (phyllades et quartzo-phyllades) sont affectées d'une schistosité redressée, parallèle aux plans axiaux des plis.

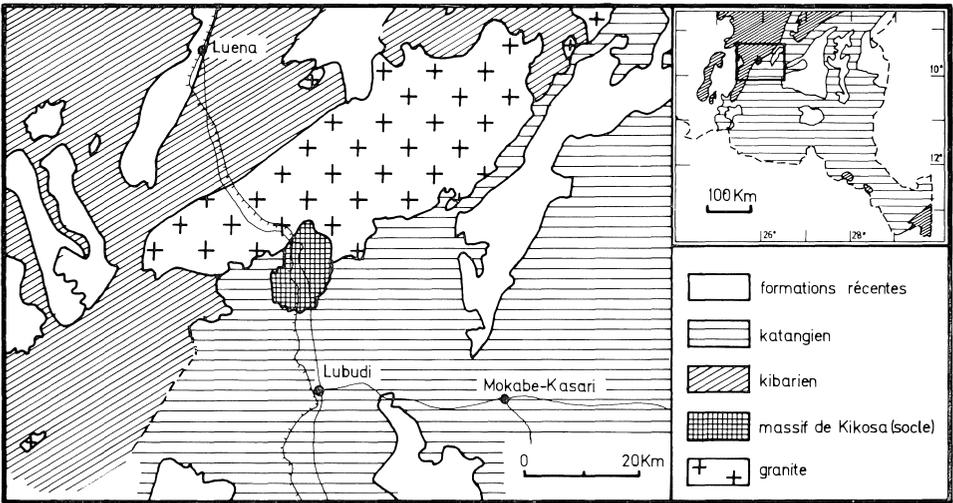


Fig. 1. — Situation géologique du massif de Kikosa.

Le terme « formations récentes » comprend les couches de la Lukuga ainsi que les recouvrements tertiaires et quaternaires.

Cet ensemble est donc d'origine typiquement terrigène et ne comporte pratiquement aucun faciès carbonaté. Toutefois dans la région de Buyofwe-Kikosa, située à une trentaine de Km au N de Lubudi,affleure une masse importante constituée en ordre principal de calcaire cristallin, dit « calcaire de Kikosa ». Cette masse, en raison même de son faciès carbonaté, constitue une formation en quelque sorte aberrante au sein de la chaîne kibarienne et son âge est toujours resté un peu énigmatique. Aucun raccord paléontologique n'est possible, en l'absence de fossiles et aucun contact ne peut être observé avec les autres sédiments kibariens : le calcaire de Kikosa est en effet entouré d'une part par des granites intrusifs, d'autre part par la couverture katangienne discordante (fig. 1). A défaut d'autres arguments, il a été considéré jusqu'ici comme un faciès local du Kibarien inférieur (VAN DE STEEN, 1956), cette conception ne constituant toutefois qu'une hypothèse.

AGE PRÉ-KIBARIEN DU MASSIF DE KIKOSA

La présente note se propose de montrer que ce massif de Kikosa ne fait pas partie de la série kibarienne, mais appartient à un socle plus ancien, pré-kibarien. Les arguments employés à l'appui de cette thèse seront d'ordre pétrographique et d'ordre géométrique (tectonique).

Pétrographie.

Le massif de Kikosa est formé dans sa majeure partie de calcaire cristallin saccharoïde, de teinte gris-bleu, en général finement stratifié. Ce calcaire est souvent chargé de minéraux silicatés, dont la répartition selon les lits souligne le caractère rubané de l'ensemble.

Dans les calcaires purs ou presque purs, qui constituent les types les plus fréquents, la calcite se présente en grains de l'ordre du mm dont l'allongement confère à la roche une texture schisteuse parallèle à la stratification.

Le quartz est presque toujours présent, en petits grains épars ou groupés en traînées. Il en est de même du graphite qui imprègne la roche d'un pigment fin plus ou moins abondant. Il est à noter à ce propos que l'abondance du graphite est en raison inverse de la dimension des grains de calcite. C'est ainsi que des facies finement lités montrent, parfois dans la même coupe mince, des lits de calcite pure grenue (par exemple : 0,5 mm) alternant avec des lits graphiteux à grain plus fin (par exemple : 80 μ). Cette action inhibitrice du graphite sur la coalescence des cristaux lors du métamorphisme est un phénomène d'observation fréquente, bien que rarement signalé. On y reviendra d'ailleurs plus loin.

Les couches de calcaire impur silicaté, renferment de plus un ou plusieurs des minéraux suivants : muscovite, biotite (phlogopite parfois incolore), plagioclase, microcline, diopside, trémolite, idocrase, sphène et, plus rarement, scapolite. Ces minéraux sont ordinairement répartis selon de minces traînées discontinues qui déterminent la texture finement litée à rubano-lenticulaire des roches. Ils sont plus ou moins abondants selon les lits, certains de ceux-ci pouvant même être dépourvus de calcite.

Il résulte de ces observations que les roches carbonatées du massif de Kikosa présentent des paragenèses minérales mésozonales (amphibolite facies) qui témoignent d'un degré de métamorphisme beaucoup plus poussé que celui des sédiments kibariens habituels : comme on l'a rappelé plus haut, ceux-ci ont été élaborés — au moins dans cette partie de la chaîne — dans des conditions épizonales. De plus, la multiplicité des affleurements observés et leur environnement permettent d'assigner à ces paragenèses du massif de Kikosa un caractère régional. Il ne s'agit donc pas, comme l'hypothèse en a été émise (VAN DE STEEN, 1950, 1956) de manifestations métamorphiques locales au voisinage de masses intrusives de nature aplitique ou pegmatitique.

Outre les calcaires, le massif de Kikosa comporte également des schistes noirs d'aspect phylliteux et des quartzites plus ou moins purs. La pétrographie de ces roches, d'origine en général plus complexe, sera discutée plus loin.

Arguments géométriques.

Les calcaires et calcaires à silicates qui viennent d'être décrits, présentent une déformation en plis couchés de style strictement isoclinal. Ce plissement possède les caractères qui lui sont habituels dans les roches métamorphiques, à savoir :

- une texture schisteuse parallèle aux plans axiaux, et par conséquent parallèle à la stratification, les plis étant isoclinaux (BELLIERE, 1958) ;
- la présence, au moins dans certaines parties des grands plis couchés, de plis et plissements secondaires, décimétriques à décamétriques, de style ordonné, parfois très nombreux et souvent très serrés (fig. 2 et 3) ;
- une texture linéaire, très bien exprimée, et parallèle aux axes des plis ;
- la plasticité différentielle en fonction de la nature des roches.

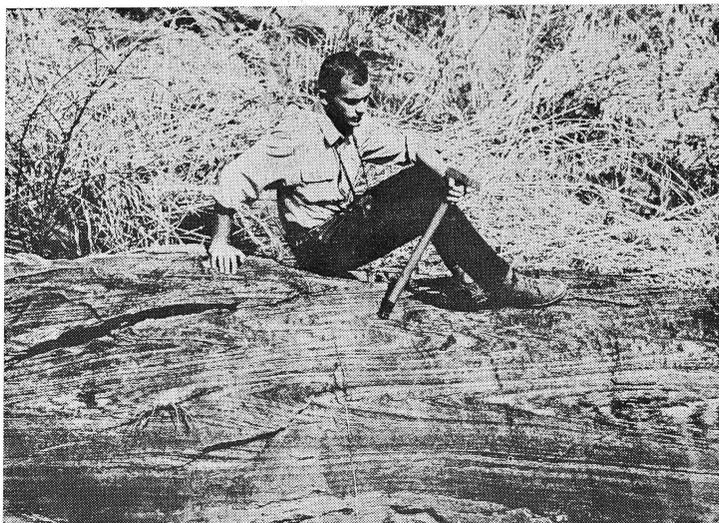


Fig. 2. — Calcaire de Kikosa.

Empilement de plis secondaires isoclinaux, témoignant du style en plis couchés de la phase de plissement ancienne.

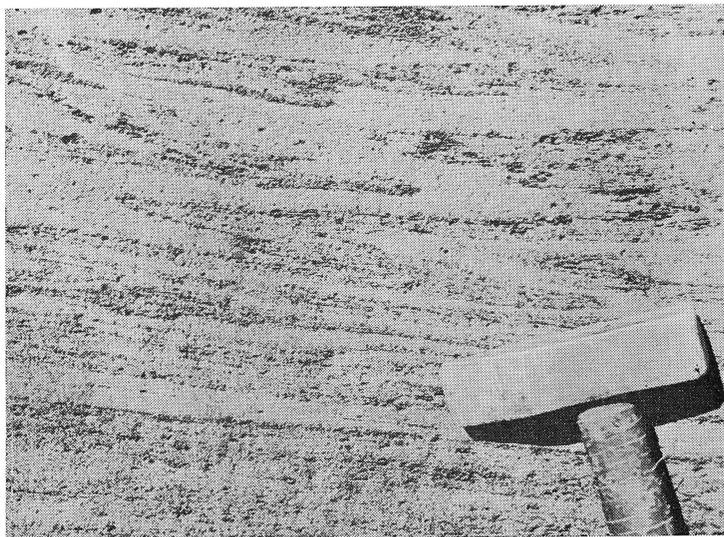


Fig. 3. — Calcaire de Kikosa.

Détail des plissements isoclinaux.

Lits clairs : calcaire cristallin saccharoïde.

Lits sombres : calcaire à silicates.

Ce dernier caractère est, dans le cas présent, extrêmement développé, en raison de la grande différence de compétence entre les calcaires et les calcaires silicatés : les calcaires purs montrent, d'une manière générale, un étirement extrême, au point qu'il devient difficile d'y observer les charnières et d'y faire le départ entre le rubanement originel sédimentaire et le rubanement tectonique (DE SWARDT et DRYSDALL, 1964) qui résulte de l'empilement des petits plis secondaires fortement étirés. Par contre, les facies silicatés, beaucoup plus compétents, et incapables par conséquent de s'allonger dans la même mesure que les calcaires voisins, se sont tronçonnés et ont donné lieu à des textures de boudinage très développées. L'écartement des tronçons ou « boudins » ainsi engendrés permet dans certains cas d'estimer à plus de dix fois l'allongement des couches calcaires incompetentes voisines.

Cette déformation en plis couchés, avec les particularités structurales qui viennent d'être mentionnées revêt sur certains affleurements un aspect démonstratif particulièrement spectaculaire (*). Elle s'observe néanmoins de manière systématique dans toute la région occupée par la formation de Kikosa, dont elle constitue donc bien le style tectonique.

Conclusion.

Le massif calcaire de Kikosa est ainsi caractérisé à la fois par un degré de métamorphisme élevé, mésozonal, et par un style tectonique à plis couchés.

Or, le tectogène kibarien — on l'a rappelé plus haut — est de type peu profond puisqu'il a amené en affleurement au stade de sa pénélaine terminale des sédiments épizonaux répartis en anticlinoria et synclinoria successifs.

Par conséquent, les roches du massif de Kikosa ne peuvent se rattacher à un tel ensemble en tant que sédiments kibariens. Elles sont plus anciennes et appartiennent donc au socle sur lequel les sédiments kibariens se sont déposés.

D'autre part, ce socle, apparaissant en boutonnière dans le tectogène kibarien, a été nécessairement réimpliqué dans ce dernier. Il constitue donc un domaine polycyclique sur lequel se sont superposés les effets de deux phases tectono-métamorphiques successives :

- a) une phase ancienne, caractérisée par des plis couchés engendrés dans un niveau profond,
- b) la phase post-kibarienne, moins profonde et de style synantyclinal.

Dans la suite de cette note, on étudiera les effets sur les roches de Kikosa de cette superposition. Ces effets se manifestent, d'une part dans les dispositions géométriques des roches (tectoniques superposées), d'autre part dans leurs caractères pétrographiques, c'est-à-dire dans le domaine des paragenèses minérales et des structures microscopiques (polymétamorphisme). Pour les besoins de la clarté de l'exposé, ces deux aspects seront traités successivement ; il doit être entendu toutefois que les actions métamorphiques en question ici sont toujours syncinématiques, autrement dit que les transformations métamorphiques dont les roches sont le siège sont toujours concomittantes à la déformation tectonique, l'ensemble de ces phénomènes constituant une seule phase tectono-métamorphique.

(*) Il en est ainsi, notamment, dans une zone d'affleurement située à hauteur du Km 21 de la route de Lubudi à Luena, à quelque 300 m à l'W de la route. Ces affleurements y forment une crête rocheuse qui couronne une colline élevée et se voit de loin dans le paysage lorsqu'on vient de Lubudi.

SUPERPOSITION DES TECTONIQUES

Avant d'être repris par la déformation post-kibarienne, le socle ancien de la région de Kikosa était donc formé d'un empilement de plis couchés, c'est-à-dire d'un ensemble de couches en position horizontale ou peu inclinée. Les axes des plis couchés — et la texture linéaire qui leur est parallèle — y présentaient une orientation moyenne sensiblement E-W. Ce matériau, en raison de la position plate de ses surfaces *s* (stratification et schistosité parallèles) n'était donc pas géométriquement très différent d'une série de sédiments non encore plissés.

Cette disposition explique que la phase post-kibarienne, en redéformant cet ensemble, y a engendré des formes anticlinales et synclinales qui correspondent au style général de la chaîne kibarienne : plis à plans axiaux redressés et à axes plats, orientés en moyenne N 50° à 60° E. Comme ces plis nouveaux surimposés ne sont pas engendrés à partir d'une succession normale de sédiments, ils ne constituent pas de véritables anticlinaux et synclinaux ; afin de souligner cette distinction, ils seront désignés par les termes de « plis antiformes » et « plis synformes ».

Ces plis présentent, dans le cas qui nous occupe, les caractères particuliers suivants :

a. — ils déforment non seulement les couches, mais toutes les structures anciennes, à savoir la schistosité et la texture linéaire ;

b. — les nombreux plissements isoclinaux, décimétriques à décamétriques, datant de la phase ancienne, présentent des allures et un style qui n'ont rien à voir avec la disposition des plis jeunes ;

c. — les roches ne se répètent pas symétriquement sur les deux flancs des plis, puisqu'elles ne formaient pas de couches continues au départ ;

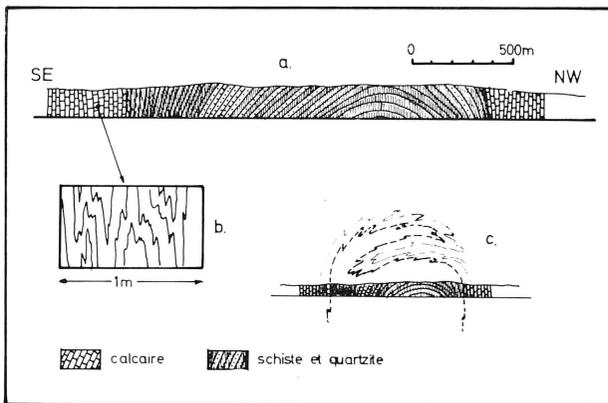


Fig. 4

- a. Coupe d'un pli antiforme (rivière Kalule Nord) : voir le texte (les hachures verticales correspondent à la schistosité kibarienne).
- b. Détail des plissements dans les calcaires : ces déformations, isoclinales, datent d'une phase ancienne et ne sont pas en accord de style avec la structure antiforme kibarienne.
- c. Schéma illustrant le principe de la structure d'ensemble et de la genèse du pli antiforme ; les plis couchés représentés n'ont qu'une valeur exemplative et indiquent simplement une des interprétations *possibles*.

d. — lorsque la nature pétrographique des roches s'y prête, (facies phylliteux), une nouvelle schistosité a pris naissance parallèlement aux nouveaux plans axiaux.

A titre d'illustration, la figure 4 représente la coupe d'un grand pli antiforme situé dans la partie nord du « massif » de Kikosa, et entaillé par la vallée de la rivière Kalule Nord.

POLYMÉTAMORPHISME

Au cours de la phase jeune, post-kibarienne, des paragenèses nouvelles ont été engendrées au détriment des minéraux préexistants. Comme cette phase jeune s'est déroulée dans un niveau moins profond, les paragenèses nouvelles correspondent à une rétro-morphose. Mais celle-ci a été rarement totale ; elle s'est développée, selon les cas, à des degrés divers, de sorte qu'on se trouve presque toujours en présence d'associations minéralogiques complexes, comportant dans la même roche des minéraux reliques des associations anciennes, mêlés aux produits jeunes avec lesquels ils ne sont évidemment pas en équilibre. L'analyse de telles associations peut parfois s'avérer assez délicate, comme on va le voir.

Rappelons d'abord que le « massif » ancien de Kikosa comporte plusieurs types de roches : des calcaires, des schistes graphiteux et, en quantité subordonnée, des quartzites.

Les calcaires.

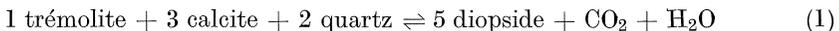
Les calcaires les plus courants ne sont évidemment pas affectés par la rétro-morphose, puisqu'ils sont formés d'une association calcite-quartz-graphite qui reste stable.

Les calcaires silicatés.

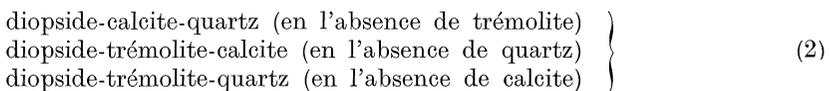
Par contre, les calcaires silicatés renferment d'une manière générale de la trémolite à côté du diopside et de l'idocrase. Cette trémolite doit être considérée comme datant de la 2^e phase, pour les raisons suivantes :

a. — elle apparaît notamment sous la forme de petites aiguilles groupées en gerbes et greffées sur le diopside. Elle forme d'autre part de grands cristaux qui sont implantés en travers de la structure planaire des roches et qui sont donc postérieurs à la phase ancienne de déformation. Ces cristaux sont tantôt isolés, tantôt groupés en rosettes plus ou moins fibro-radiées ; cette dernière disposition existe également dans des roches dépourvues de diopside.

b. — la coexistence en équilibre du diopside et de la trémolite est régie par la réaction :



qui correspond au passage du greenschist facies (membre de gauche) à l'almandin-amphibolite facies (membre de droite) (TURNER et VERHOOGEN, 1960 ; WINKLER, 1967). Par conséquent, les paragenèses possibles dans les conditions de ce dernier facies sont :



Or, si certaines roches de la série de Kikosa correspondent à l'une ou l'autre de ces associations, il en est d'autres où s'observe la coexistence de :

diopside-trémolite-calcite-quartz.

Une telle association ne peut donc correspondre à un équilibre paragenétique, et représente la juxtaposition dans la même roche d'une des paragenèses primaires, reprises ci-dessus (2) et d'une paragenèse secondaire de rétro-morphose :

trémolite-calcite-quartz.

Cette dernière paragenèse est engendrée par la réaction (1) lue de droite à gauche.

Le fait que les associations primaires ne soient pas entièrement détruites (en particulier la subsistence du diopside) s'explique soit par un manque de CO_2 ou de H_2O , soit par des raisons de cinétique chimique. De telles réactions incomplètes sont effectivement d'observation courante dans les phénomènes de rétro-morphose. Il existe d'ailleurs dans le massif de nombreuses roches dépourvues de diopside, mais plus ou moins riches en trémolite disposée en cristaux transverses ou en rosettes. Les observations qui précèdent permettent de les interpréter également comme le résultat d'une rétro-morphose qui, dans ce cas, a été complète.

Les roches psammo-pélitiques graphiteuses.

Il s'agit d'une gamme de roches noires, à grain fin, souvent finement stratifiées, qui vont de schistes phylladeux ou quartzo-phylladeux à des microquartzites.

Ces roches ne présentent guère, à l'œil nu, l'aspect de roches métamorphiques. Elles sont constituées, pour la plupart, d'un agrégat, en proportions diverses, de quartz, de feldspath, de séricite et de graphite. L'abondance de ce dernier minéral, jointe à la petite taille des minéraux (souvent inférieure à 15μ), rend leur observation en coupes minces assez malaisée. En particulier, la proportion de feldspath est d'ordinaire impossible à préciser.

Il convient à ce propos, d'attirer l'attention sur une propriété particulière du graphite dont la présence dans les schistes cristallins semble inhiber le processus général de blastèse au cours du métamorphisme. Une autre observation dans ce sens a été relatée plus haut à propos des calcaires. Ce phénomène, qui n'est d'ailleurs pas expliqué, est d'observation assez courante dans les ensembles cristallophylliens. Il en résulte pour les bancs graphitieux inclus dans de tels ensembles un aspect macroscopique peu ou pas métamorphique, aspect démenti, bien entendu, par la composition minéralogique qui est nécessairement en accord avec le faciès régional.

Dans le cas des schistes graphitieux du massif de Kikosa, l'association :

quartz-séricite-graphite

est stable dans l'épizone aussi bien que dans la mésozone, de sorte que la deuxième phase tectono-métamorphique n'y a provoqué aucune modification paragenétique.

Toutefois, certaines roches présentent des particularités supplémentaires qui mettent en évidence leur caractère polycyclique.

a. — Certains échantillons, en effet, révèlent tantôt un peu de biotite, tantôt un peu de chlorite, celle-ci pouvant être considérée comme un produit de la rétro-morphose de celle-là.

b. — Les termes microquartzitiques montrent fréquemment une orientation optique commune du quartz dans toute la roche. Cette disposition témoigne d'une recristallisation totale du quartz, qui est inconnue dans les sédiments monocycliques kibariens, et qui est à rapporter, par conséquent, à la phase ancienne.

c. — Comme il a été dit plus haut, les types les plus phylliteux montrent une schistosité jeune (kibarienne) transverse à la stratification et parallèle aux plans axiaux des plis kibariens (c'est-à-dire subverticale). Il s'agit tantôt d'une schistosité de flux, déterminée par la recristallisation parallèle des phyllites (séricite et chlorite), tantôt d'une schistosité de fracture ou de microplissement. Ces structures sont notamment bien apparentes dans le cœur du pli antiforme mentionné plus haut (fig. 4).

d. — La trémolite est souvent présente. Lorsque la roche possède une schistosité kibarienne de flux, ce minéral est allongé parallèlement à cette structure. Lorsqu'il n'y a pas de schistosité kibarienne de flux, la trémolite se présente en cristaux transverses ou en rosettes, comme dans les roches carbonatées décrites ci-dessus.

e. — Enfin, certaines roches quartzo-phylliteuses de la série se montrent criblées de petits nodules de teinte claire de forme sphérique ou ellipsoïdale et d'un diamètre de 1 à 2 mm. Ces nodules se révèlent, sous le microscope, constitués d'agrégats microcristallins de quartz, auxquels peuvent s'adjoindre en quantité variable du feldspath et de la séricite. Ces agrégats sont traversés par la stratification et ne constituent donc pas des éléments détritiques. Par contre ils sont tantôt contournés tantôt traversés par la schistosité kibarienne. L'interprétation la plus satisfaisante de ces petits accidents consiste à les considérer comme le résultat de la transformation rétromorphe d'anciens porphyroblastes, dont la nature n'est pas connue.

CONCLUSIONS

En résumé, le caractère polycyclique des roches du massif de Kikosa se traduit par :

- la superposition de deux phases de déformations plastiques de styles différents, l'empilement de plis couchés de la phase ancienne étant repris par une déformation synantyclinale jeune.
- l'apparition d'une schistosité nouvelle dans les roches s'y prêtent (facies pélitiques et psammo-pélitiques).
- la formation de trémolite par rétromorphose du diopside, cette trémolite étant orientée parallèlement à la schistosité jeune là où celle-ci est présente.
- la formation de chlorite aux dépens de la biotite.

Il est à remarquer de plus qu'aucune des roches du massif ne présente les structures mylonitiques ou blastomylonitiques qui sont fréquemment engendrées au cours des processus polymétamorphiques dont la phase jeune est moins profonde que la phase ancienne (BELLIERE, 1960). Cette particularité s'explique aisément par la finesse originelle anormale du grain, attribuée à la présence du graphite (voir plus haut). La mylonitisation, en effet, n'affecte que des roches dont la granularité primaire est supérieure à celle qui serait engendrée par la blastèse métamorphique normale dans le niveau géophysique où s'opère la deuxième déformation (BELLIERE, 1958).

BIBLIOGRAPHIE

- BELLIERE, J., 1958. — Contribution à l'étude pétrogénétique des schistes cristallins des Aiguilles Rouges (Hte Savoie, France). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. 88.
- BELLIERE, J., 1960. — Déformation plastique et déformation rupturale. *Congrès Géol. Intern.*, 21^e session (Copenhague). Section 18.

- CAHEN, L. et LEPERSONNE, J., 1967. — The Precambrian of the Congo, Ruanda and Burundi, in *The Precambrian*, vol. 3 (K. Rankama, Sc. éd.), Wiley.
- DE SWARDT, A. M. J. and DRYSDALL, A. R., 1964. — Precambrian Geology and structure in Central Northern Rhodesia. *Geol. Survey of Northern Rhodesia*, memoir n° 2.
- GROSEMANS, P., 1946. — Coupe géologique Kikosa-Lubudi. *Ann. Serv. Mines C. S. K.*, t. XIV.
- MOUREAU, A., 1960. — Le Kibara inférieur et moyen dans le sud-ouest katangais. *Bull. Géol. Congo Belge, Ruanda-Urundi*, vol. 2.
- TURNER et VERHOOGEN, 1960. — Igneous and metamorphic petrology. Mc Graw Hill.
- VAN DE STEEN, J., 1950. — Le métamorphisme des calcaires de Kikosa. *C. R. Congrès Scientif. C. S. K.*, Élisabethville, vol. 2, t. 2.
- VAN DE STEEN, J., 1956. — L'assise calcaireuse de Kikosa. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. 79.
- VAN DE WALLE, M., 1960. — La stratigraphie du Kibara au Nord du 9^e parallèle. *Bull. Géol. Congo Belge, Ruanda-Urundi*, vol. 2.
- WINKLER, 1967. — Petrogenesis of metamorphic Rocks. Springer Verlag.

DISCUSSION

M. BARTHOLOMÉ demande si certains caractères du métamorphisme, et notamment certaines réactions rétrogrades peuvent être mises en relation avec une intrusion granitique.

Réponse : Il existe dans le massif calcaire de Kikosa des petites intrusions à caractère pegmatitique à leucogranitique. Ces manifestations sont probablement responsables d'une tourmalinisation qui affecte localement les schistes graphiteux. Il ne m'est cependant pas possible de préciser davantage, car les contacts, là où je les ai rencontrés, sont très mal exposés (affleurements rares et complètement altérés). Il en est de même du contact de la masse importante de granite qui borde le massif de Kikosa vers le N (voir fig. 1). Quoi qu'il en soit, les phénomènes de rétro-morphose décrits dans le texte présentent une extension régionale et sont donc sans rapport avec ces intrusions.