

## PARTICULARITES STRATIGRAPHIQUES ET PETROGRAPHIQUES DU FAISCEAU INFÉRIEUR DU GROUPE DES MINES AU CENTRE DE L'ARC CUPRIFÈRE SHABIEN (\*)

par

J. CAILTEUX (\*\*)

**RESUME.**— Les gisements cuprifères de Kambove-Ouest, Kamoya et Kakanda-Sud montrent que le passage du R. 1 (R.A.T. rouges ou groupes des R.A.T.) aux R.A.T. grises (base du groupe des Mines) se réalise par l'intermédiaire d'une roche de composition identique, mais bigarrée. Le milieu du dépôt, oxydant pour le R. 1, devient progressivement réducteur, sans qu'il y ait d'autre modification dans la sédimentation.

Le sommet du R. 1 et les R.A.T. grises pourraient constituer des dépôts pyroclastiques de grande extension, en milieu dolomitique. On observe des manifestations récurrentes de cette nature dans les unités susjacentes : D. STRAT, R.S.F., R.S.C., S.D.B., S.D.2a, et de façon sporadique dans les S.D.S. Ces roches sont largement décrites.

L'observation de zones à magnésite et uranium se superposant exactement laisse supposer l'existence d'un certain lien dans leur dépôt.

**ABSTRACT.**— The copper-bearing deposits of Kambove-Ouest, Kamoya and Kakanda-Sud show that the passage from the R. 1 (red R.A.T.) to the grey R.A.T. (base of the Groupe des Mines) takes place via a mottled rock of identical composition. The only change in environmental conditions was from oxidation (for the R. 1) to reduction.

The top of the R. 1 and the grey R.A.T. could represent widespread pyroclastic deposition in a dolomitic environment. Similar situations exist in the overlying units : D. STRAT, R.S.F., R.S.C., S.D.B., S.D.2a, and sporadically in S.D.S. These rocks are described.

The fact that zones with magnesite and uranium overlie one another suggest a depositional relationship.

### I.- INTRODUCTION

La partie centrale de l'arc cuprifère shabien comprend notamment les gisements de Kambove, Kakanda et Kaboléla (fig. 1), disposés en chapelet le long d'axes anticlinaux à flanc chevauchant (fig. 2). Comme c'est l'habitude au Shaba, ces gisements consistent en écailles du "Groupe des Mines" (R.2) flottant dans une brèche de R.A.T. (R.1) ou de Dipeta (R.3) (G. DEMESMAEKER, A. FRANCOIS et R. OOSTERBOSCH - 1963).

Le Roan de Kambove s'étend sur le Kundelungu supérieur (K.S.2) qui affleure plus au nord (fig. 2), et comporte un grand nombre connu de ces écailles, dont quelques unes sont minéralisées en cuivre. L'une d'entre elles est actuellement exploitée par mine souterraine ; il s'agit du gisement de Kambove-Ouest. De nombreux sondages y ont été réalisés tant à partir de la surface que du fond. Un sondage récent (KYA-10) a découvert en profondeur une écaille cachée intéressante dans la partie ouest de cette plage de Roan, appelée communément Kamoya.

De même à Kakanda, on dénombre plusieurs écailles (fig. 2). Seule celle de Kakanda-Sud nous intéressera ici, des sondages y ayant été forés voici peu.

(\*) Communication présentée le 7 décembre 1976, manuscrit déposé le 8 décembre 1976.

(\*\*) Université de Liège, Géologie Appliquée, 45 av. des Tilleuls, Gécamines, Département Géologique, Likasi, Shaba, Zaïre.

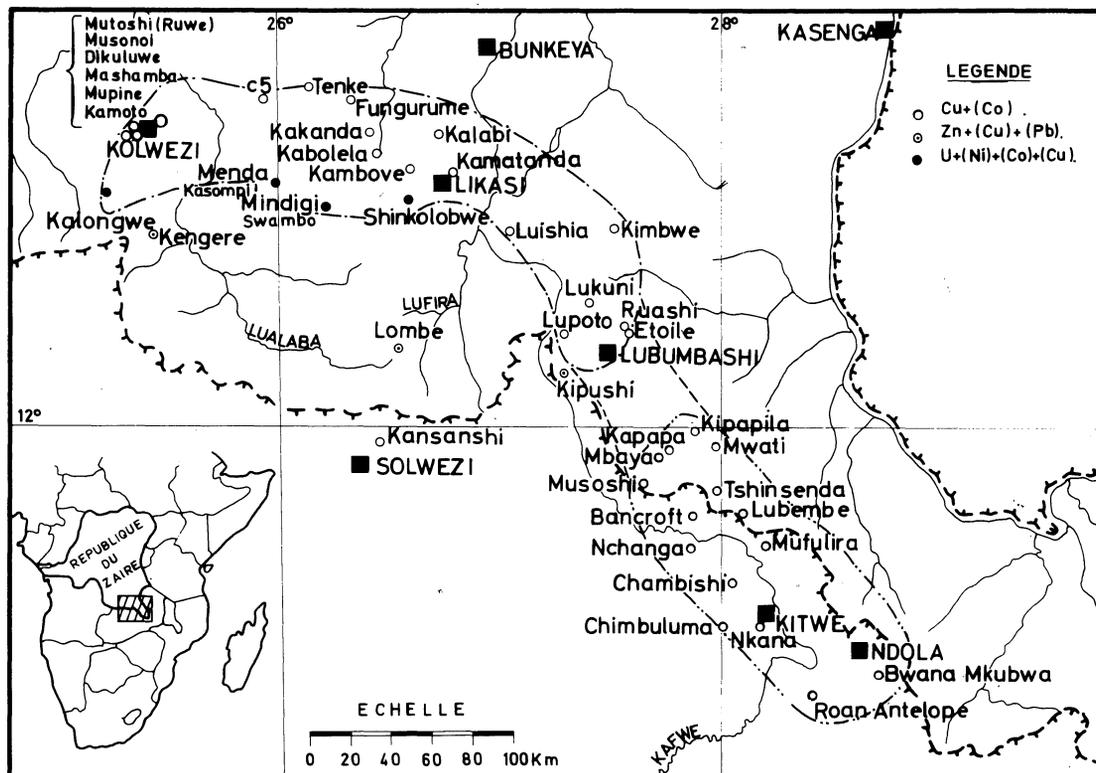


FIGURE 1.- Localisation générale des gisements métallifères de l'Afrique Centrale.

Le gisement de *Kabolela*, quant à lui, a été étudié récemment par J.J. LEFEBVRE (1976). Il y sera fait référence à titre de comparaison.

Toutes les écailles R.2 dont il est question ci-dessus ont été reconnues comme appartenant au faciès "Menda" (A. FRANCOIS - 1974), caractérisé notamment par des R.S.C. lenticulaires et l'absence de bancs de dolomite dans les S.D.

## II.- LITHOSTRATIGRAPHIE ET PETROGRAPHIE (\*)

### REMARQUE PRELIMINAIRE.

La méthode de détermination minéralogique par diffraction R.X. a été largement utilisée dans cette étude, de même que le test de coloration à l'alizarine rouge (FRIEDMAN - 1959) pour distinguer la calcite de la dolomite.

### A.- R.A.T. (R.1) ET R.A.T. GRISES (R.2.1.1.)

La meilleure observation qui puisse être faite de ces couches, provient du sondage *KAMOYA-10*

(\*) Les subdivisions lithostratigraphiques adoptées dans ce travail sont celles de A. FRANCOIS (1973), accompagnées de leurs appellations traditionnelles.

(fig. 2). L'échelle cachée qu'il traverse est rompue au niveau du R.1 dans sa partie supérieure, et montre une transition peu dérangée vers le R.A.T. grises. Elle repose sur le Kundelungu Supérieur (K.S.2) par l'intermédiaire d'une brèche hétérogène (brèche de fond) à éléments arrondis divers (k.S.2, R.1, R.A.T. grises, D. strat, etc...) dont le diamètre varie de 1 mm. à plusieurs cm., et même parfois de taille beaucoup plus grande (photographie 1). Au contact de cette brèche, les R.A.T. ont une couleur lilas foncé ("Grayish red" - Hue 5 R 4/2 - (\*\*)) sur environ un mètre. Ce sont les R.A.T. rouges ou R.1. La roche est ensuite bigarrée rouge et gris-vert sur 2,50 mètres. La couleur dominante évolue du rose-rouge au gris-vert rosâtre. Les taches rouges et vertes sont imbriquées les unes dans les autres, et leur contour est flou. Suivent alors 8 m de R.A.T. grises, dont la couleur gris-vert est typique ("Greenish gray" - hue 5 G 6/1).

Le passage entre ces trois groupes est brutal à l'échelle macroscopique. Dans le détail on constate une faible transition de 0 à 1 cm entre R.A.T. grises et bigarrées, ainsi qu'un contact diffus extrêmement irrégulier (photographie 2). Entre R.A.T. bigarrées et lilas, la limite est nette, sans zone mixte, un peu laminée

(\*\*) ROCK-COLOR CHART distribuée par "The Geological Society of America", Boulder Colorado - 1970.

PARTICULARITES STRATIGRAPHIQUES ET PETROGRAPHIQUES DU FAISCEAU INFERIEUR DU GROUPE DES MINES 57  
AU CENTRE DE L'ARC CUPRIFERE SHABIEN

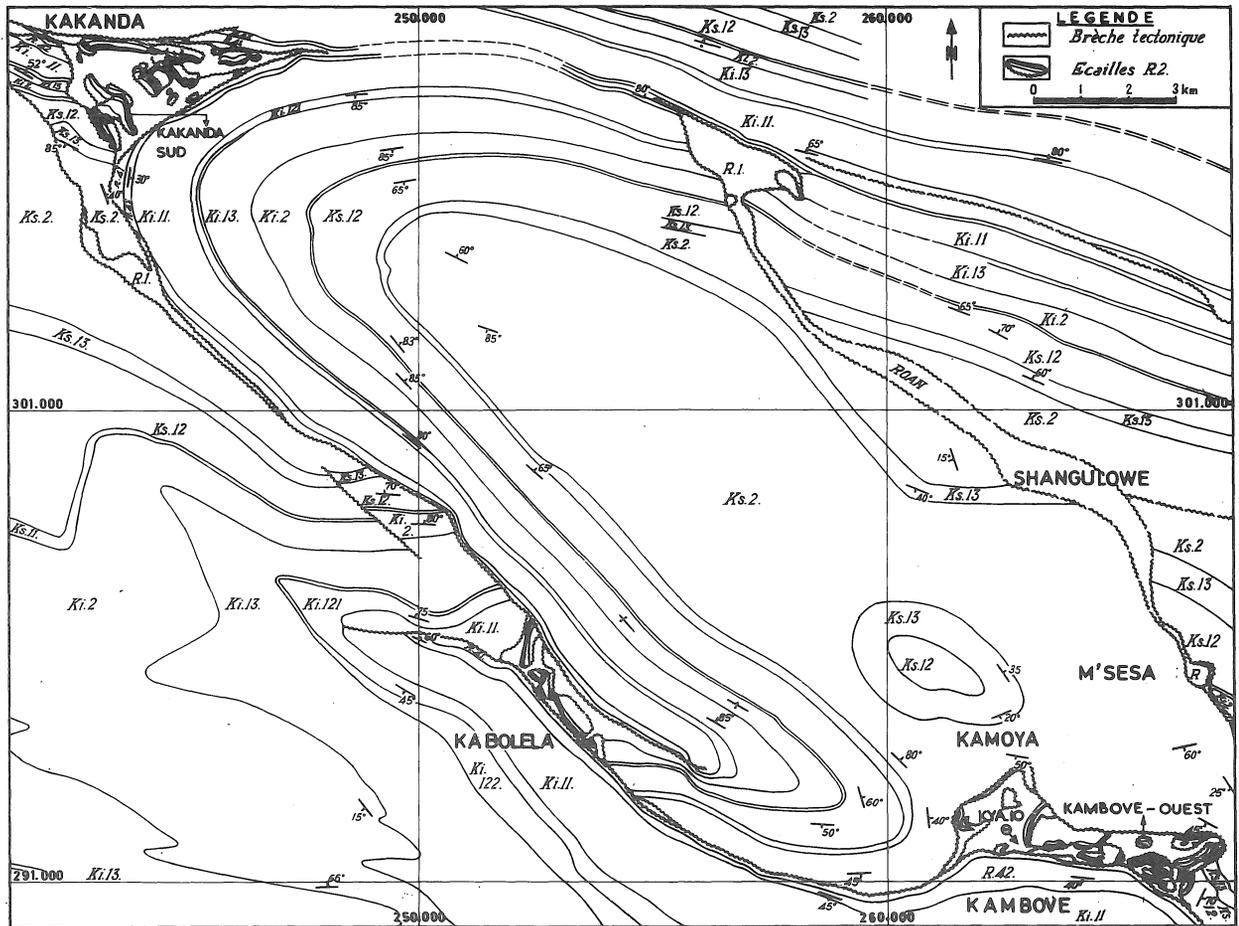


FIGURE 2.- Géologie de la région Kambove-Kalanda (extrait de la feuille "Likasi" au 100.000 ème, A. FRANCOIS 1962-1975).

(photographie 3), et pourrait éventuellement constituer une surface d'érosion. Le pendage de ces deux contacts (par rapport au sondage) est d'environ  $45^\circ$  ; il n'y a donc pas de discordance angulaire visible entre ceux-ci.

D'un bout à l'autre, ces R.A.T. sont massives, homogènes, et légèrement fracturées. Une fracturation plus intense se manifeste d'une part sur 25 cm au contact de la brèche de fond, et d'autre part sur 20 et 50 cm au milieu des R.A.T. bigarrées, transversalement à l'allure générale des couches. On y voit se produire un début de brèchiation, avec des éléments R.A.T. à peine désolidarisés, mais néanmoins déjà partiellement arrondis (photographie 4). Cette observation met bien en évidence l'aptitude des R.A.T. à se dissocier en fragments roulés lors d'efforts tectoniques.

L'écaille de Kakanda-Sud est un ensemble long d'environ 1,6 km, orienté plus ou moins nord-sud, flottant sur le R.1 par l'intermédiaire d'une brèche tectonique (fig. 3). Une plus petite écaille s'y trouve

accollée en son milieu, au nord-est, rompant ainsi en surface la continuité des R.A.T. qui longent le R.2.

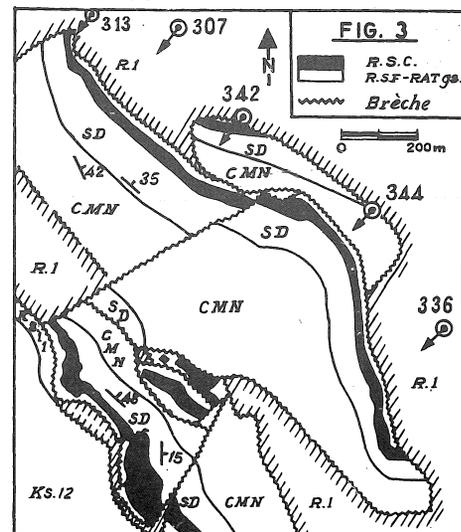


FIGURE 3.- Situation de l'écaille R.2 de Kakanda-Sud.

A la lumière des observations faites à Kamoya, il est intéressant d'étudier le passage R.1 - R.A.T. grises à partir des sondages les plus représentatifs, et à une profondeur suffisante pour échapper aux altérations superficielles. Le sondage 307 (fig. 3 et 4) montre une dislocation progressive des R.A.T. lilas en fragments sub-anguleux à arrondis, auxquels se mélangent, dans la partie supérieure, des éléments de la roche sus-jacente constituée de R.A.T. blanchâtres légèrement bigarrées, laminées à bréchiées. Dans la brèche de R.1, les fragments sont cimentés par de la dolomite blanche de recristallisation, et acquièrent progressivement un meilleur arrondi jusqu'à obtenir un aspect conglomératique sur 30 cm, au contact des R.A.T. bigarrées. Il est primordial de souligner qu'il ne s'agit pas ici d'un conglomérat sédimentaire, mais bien d'une brèche tectonique puisque comportant des éléments provenant des couches supérieures. Les R.A.T. bigarrées ont une texture fluidale, et on y rencontre des éléments de R.A.T. grises et D. Strat. (R.2.1.2.1) près de leur limite supérieure. Les R.A.T. grises quant à elles sont très peu fracturées.

Au sondage 342 (fig. 3 et 4) les R.A.T., de couleur rose, sont laminées puis bréchiées, tandis que la brèche proprement dite est surtout composée d'éléments arrondis de R.A.T. grises, mais aussi de R.1 et R.S.F. (fig. 4 et photographie 5). Son ciment est rougeâtre et de recristallisation. La brèche se poursuit dans les R.A.T. grises qui contiennent alors des morceaux anguleux de R.2.1.2 (fig. 4 et photographie 6), puis sont laminées jusqu'aux D. Strat.

Le sondage 336, dans la portion sud du gisement (fig. 3), s'identifie au 342. Après une brèche de R.1 comprenant des fragments anguleux à arrondis de R.A.T. roses et lilas dont le diamètre varie de 0,1 à 10 cm, cimentés par une dolomie blanche de recristallisation, apparaît une brèche hétérogène épaisse de 12 m, composée de R.A.T. grises, R.1, et de R.2.1.2 sur les quatre derniers mètres. Enfin suivent les R.A.T. grises (1,7 m), fort fracturées, et des D. Strat un peu bréchiées sur le premier mètre.

L'écaille de Kambove-Ouest consiste en un synclinal couché, rompu au niveau des R.A.T. grises, et emballé dans une brèche hétérogène rabottante. Cette dernière est constituée d'éléments R.1, R.2, R.3, et même K.S.2 (lorsque l'on se rapproche du fond de la nappe), qui prennent un aspect conglomératique au contact de l'écaille, notamment dans la brèche de fond. Les R.A.T. s'observent en paquets d'importance variable dans la brèche, mais leur dispersion empêche de les replacer dans l'échelle stratigraphique.

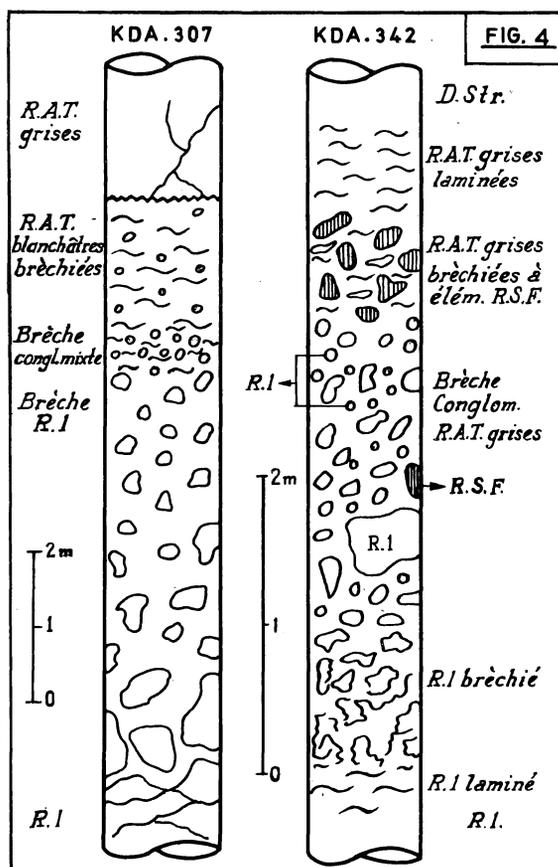


FIGURE 4.- Détail du passage R.1 - R.A.T. grises pour les sondages 307 et 342 de Kakanda-Sud.

Dans la région qui nous occupe, les R.A.T. grises sont massives et gris-vert. A Kakanda, on distingue une couche de base d'au moins 3 mètres, caractérisée par la présence de plages blanches, dont le diamètre peut atteindre le demi centimètre. Il s'agit de dolomite grossière, entourée d'une fine bordure quartzreuse (photographie 8). En zone altérée, la dolomite est dissoute, et les plages donnent lieu à des cavités généralement tapissées de quartz et chlorite. La couche supérieure épaisse d'environ 1 mètre, ne possède pas cette caractéristique. A Kambove-Ouest, ainsi qu'à Kamoya, l'absence de plages semblables ne permet pas cette distinction au sein des R.A.T. grises. On notera cependant qu'elles existent dans le R.a de Kamoya. Par analogie aux observations faites en Zambie par A.E. ANNELS (1974), ces structures peuvent être interprétées comme résultant du remplacement d'anhydrite primaire (KATEKESHA - 1975). Une observation particulière a été relevée au sondage 344 de Kakanda. Au sein des R.A.T. grises franches à plages dolomitiques, la roche apparaît tachetée lie-de-vin sur 50 cm. (photographie 7).

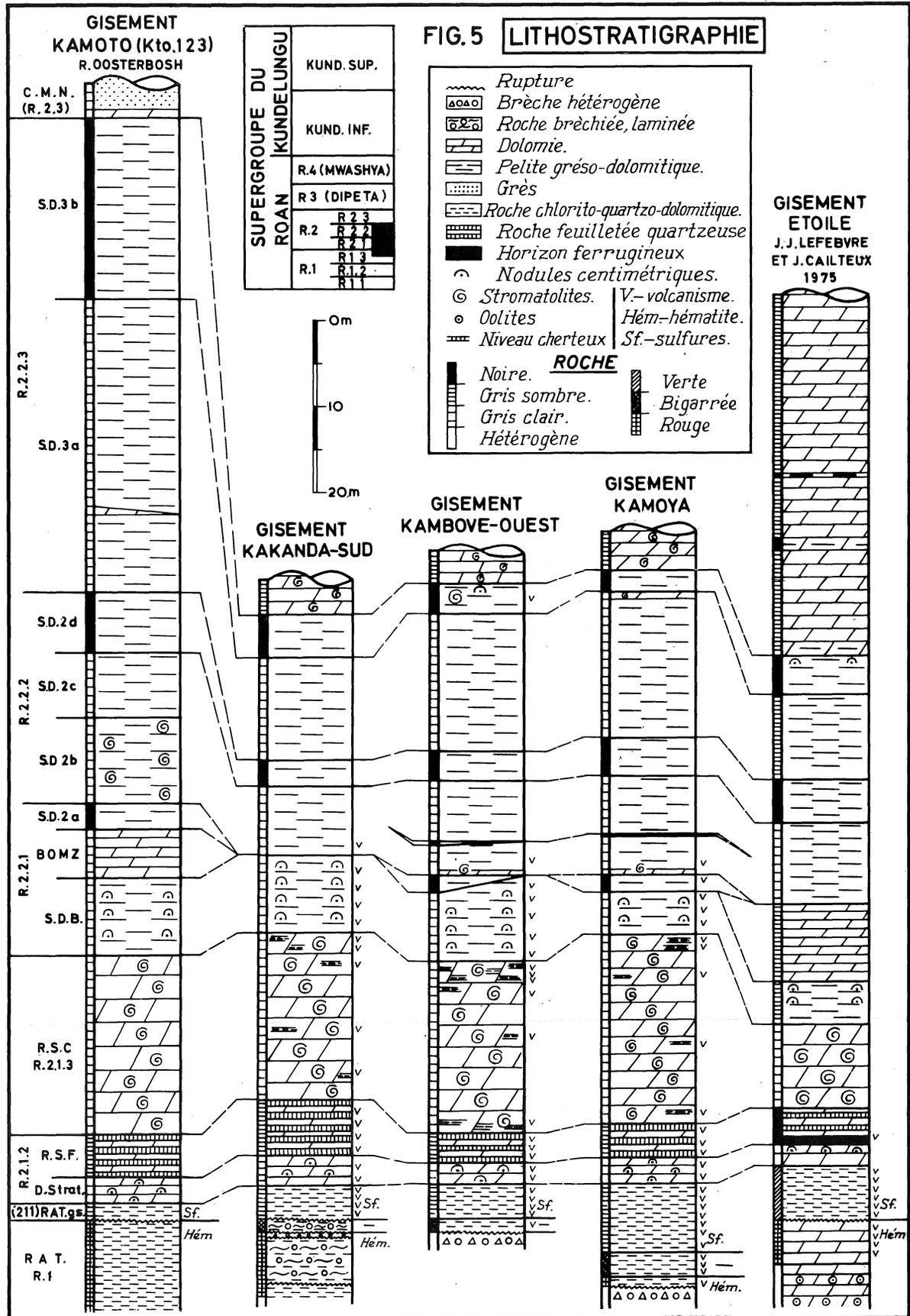


FIGURE 5.-

A Kambove-Ouest, entre les R.A.T. grises proprement dites (4 m d'épaisseur) et la brèche d'emballage, on peut observer des R.A.T. parfois rosâtres, mais souvent gris-blanchâtre à faible ponctuation rouge, qui constituent les "R.A.T. bigarrées". L'étude des minéraux du fer et du titane confirme cette hypothèse (voir ci-après).

L'examen au microscope des R.A.T. lilas, bigarrées et grises, révèle qu'il n'y a pratiquement aucune différence pétrographique entre ces couches. La matrice de la roche est constituée de chlorite incolore (penninite-clinochlore, TROGER - 1971), formant un feutrage. Au sein de celui-ci, on trouve une fraction plus grossière, anguleuse à sub-arrondie, dont la granulométrie varie de 20 à 100 microns. Elle comprend essentiellement un quartz à petites impuretés, souvent auréolé de croissances siliceuses aux contours irréguliers incluant de petites plages de dolomite ou de tourmaline verdâtre. Le quartz présente aussi des formes écaillées d'extinction roulante (photographie 9).

La tourmaline incolore est bien développée en cristaux de section rectangulaire idiomorphe, ayant parfois un coeur de tourmaline vert-brunâtre. Cette dernière a une morphologie plutôt anguleuse ou rectangulaire idiomorphe (photographie 14).

Un autre assemblage diagénétique particulier est constitué par le quartz et la dolomite. Le quartz, totalement authigène, contient le carbonate en de nombreuses petites inclusions, et est fréquemment entouré à son tour par celui-ci sous la forme de couronnes parfois discontinues (photographies 10 et 11). Cet ensemble montre un aspect arrondi, et est distribué en plages dont le diamètre varie de 0,5 à 1 mm, plus ou moins dispersées dans la matrice chloriteuse. Quelques grains quartzeux renferment des inclusions de tourmaline verdâtre et de chlorite incolore (photographies 12 et 13).

Parmi les minéraux authigènes moins fréquents, on peut citer la monazite souvent subidiomorphe, ainsi qu'une apatite idiomorphe de basse biréfringence, à inclusions de quartz, chlorite incolore et dolomite, mais aussi incluse dans l'association diagénétique quartz-dolomite.

Comme c'est le cas à Kamoto (KATEKESHA, 1975), on observe une petite chlorite verdâtre, tandis qu'une chlorite brun clair pléochroïque contenant du fer dans ses clivages apparaît dans le R.1 et les R.A.T. bigarrées. Suite au "métamorphisme régional", on assiste à la cristallisation d'une chlorite (leuchtenbergite, TROGER - 1971) en grandes paillettes incolores, aux dépens de la dolomite. La dahllite (déterm. opt.

et R.X), apatite carbonatée de couleur brunâtre, à faible biréfringence, englobe carbonate et quartz, et est parfois associée à de l'apatite incolore.

A Kakanda-Sud, la fraction "métamorphique" comporte en outre de petits cristaux de phengite (R. OOSTERBOSCH, 1963) disposés en tous sens. Des lames minces en R.1 laminé et brèchié (sondage 342-fig. 4) montrent bien une recristallisation grossière de dolomite, puis quartzo-dolomitique, autour des fragments R.1. En brèche conglomératique de R.A.T. grises, la recristallisation est quartzo-dolomitique.

Un problème important concerne les différences qui ont pu être observées entre les types de R.A.T., en dehors de leur aspect macroscopique. Ces différences se résument en trois phénomènes.

### 1. EVOLUTION DES PROPORTIONS DES CONSTITUANTS DE LA ROCHE.

Par rapport aux R.1 - R.A.T. bigarrées, on observe dans les R.A.T. grises une tendance à l'augmentation de la quantité de chlorite et à la diminution de celle de dolomite. Le quartz reste assez constant.

### 2. PIGMENTATION ROUGEATRE.

Cette pigmentation est due à l'hématite. Elle est importante au sein du R.1, et colore les minéraux diagénétiques tels le quartz authigène, la dolomite et les croissances de tourmaline. La quantité de pigment va en s'atténuant dans les R.A.T. bigarrées. La tourmaline et le quartz y deviennent incolores ; seule la dolomite reste teintée en son centre. Enfin, toute pigmentation a disparu dans les R.A.T. grises.

### 3. LES MINÉRAUX DU FER ET DU TITANE.

Si l'on ne tient pas compte du pigment d'hématite, ces minéraux confirment l'existence d'une zone de transition entre R.1 et R.A.T. grises, et permettent de les distinguer. Le R.1 se caractérise par la présence d'hématite, tandis que les R.A.T. bigarrées de Kya.10, ainsi que celles blanchâtres de Kakanda-Sud et Kambove-Ouest, ne la possèdent pas. Les R.A.T. grises (y compris celles brèchiées et laminées du sondage kda. 342, par exemple) se différencient des couches bigarrées par une très fine dissémination de pyrite. Rutile et leucoxène-rutile sont présents partout, et s'associent à l'hématite (R.1) ou à la pyrite (R.A.T. grises).

A Kakanda-Sud et Kambove-Ouest, les R.A.T. grises peuvent posséder des zones bigarrées blanchâtres ou à taches lie-de-vin. Dans ces taches, on trouve hématite et pyrite, auréolées de pigments d'hématite.

**B.- DOLOMIES STRATIFIEES (D. STRAT OU R.2.1.2.1) ET ROCHES SILICEUSES FEUILLETEES (R.S.F. OU R.2.1.2.2).**

Dans le centre du district cuprifère du Shaba, ces couches gardent les principaux caractères macroscopiques qui les caractérisent. Leur épaisseur moyenne varie de 2 à 3 m. pour les D. Strat. et de 4 à 6 m. pour les R.S.F. A Kakanda-Sud cependant, les R.S.F. peuvent atteindre 8 m.

Le R.2.1.2.1 (D. Strat) consiste en une dolomie siliceuse stratifiée en gros bancs et montre des formes noduleuses selon la tranche perpendiculaire à la stratification.

Le R.2.1.2.2 (R.S.F.) est une roche siliceuse dolomitique bien stratifiée en lits généralement fins ( $\leq 1$  cm) et dentelés, pouvant présenter des allures de slumping (photographie 14). La limite D. Strat - R.S.F. est peu précise.

Sous le microscope, les **D. Strat.** sont surtout dolomitiques. L'association diagénétique quartz-dolomite observée dans les R.A.T. grises se retrouve ici, à la différence d'une plus grande quantité de carbonate. Celui-ci est fin (en moyenne 20 microns de diamètre) et contient le quartz authigène à petites inclusions dolomitiques. La tourmaline incolore se présente en cristaux idiomorphes et possède parfois un coeur idiomorphe vert-brun (photographie 15). De longues paillettes de chlorite en grande partie phengitisées zèbrent le carbonate, ainsi qu'un peu de phengite idiomorphe et poecilitique. Dans certains échantillons, on remarque quelques paquets quartz-chloriteux, noyés dans la dolomite. La chlorite y a recristallisé et se transforme en phengite. La monazite est idiomorphe, néoformée et s'observe en faible quantité. L'association apatite-dahllite, poecilitique, englobe le quartz, la calcite et la dolomite (photographie 16). Toutes les proportions de l'un et de l'autre de ces minéraux existent dans leur assemblage, depuis la dahllite seule jusqu'à l'apatite à coeur de dahllite.

La base des D. Strat. constitue une roche de transition avec les couches sous-jacentes. D'une part elle peut contenir sur 10-20 cm. des débris de R.A.T. grises peu dolomitiques dont le diamètre varie de 0,01 mm. à 1 cm., et qui sont alignés selon la stratification (photographies 17 et 18). Le quartz anguleux y apparaît parfois assez grossier (200  $\mu$ ), et il arrive de l'observer émergeant partiellement de sa matrice chloriteuse. Le ciment dolomitique de la roche peut également contenir un certain nombre de grains anguleux de quartz (20 %), qui ne sont apparus qu'à ce niveau dans les D. Strat.

D'autre part on assiste à une récurrence de lits très réguliers de type R.A.T. grises, et ce jusqu'à environ 1 m. du contact. Ces lits deviennent progressivement moins épais et moins fréquents. A l'échelle microscopique, ils s'estompent par enrichissement rapide des épontes en dolomite. Dans ces couches, la dahllite peut remplacer la chlorite, partiellement ou complètement, le quartz et la dolomite étant résiduels.

Après cet épisode transitoire, les bancs de dolomie sont régulièrement interrompus par de petites passes quartzo-cherteuses, quelques fois chloriteuses. La dolomite ne s'y manifeste qu'en inclusion dans la silice, tandis que la chlorite a été largement phengitisée. Localement, on a pu observer des paquets cherto-calcédonieux parfois colorés en rouge-brun.

Les D. Strat. comprennent des plages blanches dolomitiques (en moyenne 200 à 400 microns) semblables à celles des R.A.T. grises, avec la même mince couronne quartzreuse (cfr. photographie 8). D'autres sont uniquement quartzreuses ou quartzo-dolomitiques à grains imbriqués, mais sans structure particulière.

Des formes noduleuses sont bien visibles macroscopiquement, dépassant généralement le centimètre, (photographies 19 A et B). Elles se constituent de quartz ou chert au centre et d'un pourtour carbonaté grenu. Lorsque leur diamètre est plus faible, on ne rencontre que le carbonate ; la partie siliceuse centrale n'existe plus. Dans les trois gisements (Kambove-Ouest, Kamoya-10 et Kakanda-Sud), ce carbonate consiste généralement en cristaux noirs ou gris foncé de dolomite. Dans certaines zones de l'écaille de Kambove-Ouest, il s'agit cependant de magnésite (déterm. R.X), difficile à distinguer de la dolomite noire.

La magnésite se manifeste en outre dans la roche sous la forme de macrocristaux noirs, disposés en tous sens (photographie 20). Sous le microscope, on y observe des inclusions de quartz authigène. La magnésite se répartit notamment sur la moitié supérieure des D. Strat. Dans les mêmes couches et les mêmes parties de l'écaille, le compteur Geiger détecte une minéralisation uranifère non négligeable. On remarque localement un minéral noir d'uranium (sans doute l'uraninite) en remobilisation dans les fractures, associé aux sulfures de cuivre et cobalt. Magnésite et uranium ne sont pas directement associés, mais leur présence au sein de la roche est simultanée.

A Kankanda-Sud, la magnésite apparaît en cristaux isolés dans un petit niveau au sommet des D. Strat, dans la partie nord du gisement (sondage 307). Aucune trace de minéralisation uranifère n'a pu y être détectée par compteur Geiger. On notera cependant

l'existence d'une petite concentration de sels jaunes et minéraux noirs d'uranium dans les fractures en brèche de R.A.T. (R.1), à 200m. plus au nord (sond. 313 - fig. 3).

Les R.S.F. se caractérisent par une succession rapide de lits dolomitiques grenus (20 - 200 microns), quartzo-cherteux, quartzo-dolomitiques (les grains de chaque étant imbriqués l'un dans l'autre), et plus rarement chlorito-quartzeux de type R.A.T. grises. La dolomite inclut le quartz authigène, et inversement le quartz ou le chert possèdent des inclusions carbonatées. La roche contient de fréquents nodules, soit quartzeux au pourtour généralement remplacé par les sulfures, soit quartzo-dolomitiques à structure imbriquée de ces deux minéraux. La dahllite ainsi que les effets du métamorphisme sont identiques à ceux observés dans les D. Strat. De l'apatite semble remplacer la dolomite, et contient résiduellement la chlorite métamorphique.

Dans les parties quartzo-cherteuses on remarque localement des boules calcédonieuses radiées. Des agglomérats d'impuretés brunâtres à noires (sans doute des matières organiques) envahissent parfois la silice et délimitent des grains cherteux d'un aspect particulier (photographie 21) du type peloïde (R.G.C. BATHURST - 1971), pouvant contenir des éléments des dolomites.

Au cours de la diagenèse, il semble se produire une seconde phase plus tardive de cristallisation siliceuse. Elle englobe la première, ainsi que la chlorite microgrenue et les sulfures. Ces derniers sont également repris dans la recristallisation dolomitique quand elle existe.

L'existence de fentes de retrait dans cette unité est probable, mais sans doute peu fréquente. La photographie 22 montre un lit quartzo-dolomitique rompu en plusieurs endroits, et dont chaque morceau est bien zoné. Les lits voisins du même type, mais moins épais, ne possèdent ce caractère qu'à une très faible intensité. Au sommet de chaque lit, on remarque en outre une faible bande d'altération blanchâtre, qui comme les zonages est vraisemblablement due au même phénomène. Les joints entre ces lits sont rouges et de composition ratoiïde.

En ce qui concerne la magnésite, elle apparaît à la base des R.S.F. à Kambove-Ouest et Kakanda-Sud, en relation avec sa présence au sommet des D. Strat. (sond. KW-297, 212 et Kda-307).

### C.- ROCHES SILICEUSES CELLULAIRES (R.S.C. OU R.2.1.3).

Il s'agit d'une dolomie siliceuse massive grossière, à structures algaires stromatolitiques bien visibles. Cette roche est toujours un peu cariée. Le quartz et la dolomite s'incluent mutuellement et constituent d'une part un ciment microgrenu (10 à 100 microns), et d'autre part des zones plus grossières de recristallisation. On notera la présence de quartz calcédonieux à extinction ondulante ("Length-slow Chalcedony" - R.L. FOLK and J.S. PITTMAN, 1971). Ici encore phengite et chlorite ont cristallisé en grandes paillettes distribuées en tous sens notamment sur la dolomite. Une apatite poecilitique idiomorphe contient le quartz, la dolomite et les sulfures.

Cet horizon n'est cependant pas homogène. Il est interrompu par des niveaux ou lentilles intercalaires chlorito-quartzeux de composition parfaitement identique à celle décrite pour les R.A.T. grises. La minéralisation sulfurée est particulièrement concentrée dans les parties chloriteuses et s'aligne selon une allure de stratification (photographie 23). L'importance de ces intercalaires est généralement faible vis-à-vis de l'ensemble. A Kambove-Ouest ils sont bien développés à la base des R.S.C. et surtout aussi à leur sommet.

### D.- SCHISTES DOLOMITIQUES (S.D. OU R.2.2.).

Ces couches forment un ensemble à caractère semblable, principalement dolomitique fin (20 à 200 microns), mais contenant aussi une fraction détritique (20 à 100 microns). Cette dernière consiste principalement en quartz arrondis à anguleux, muscovite en longues paillettes effilées parallèles à la stratification, tourmaline verte à bleue. Les cristallisations diagenétiques comprennent le quartz à inclusions dolomitiques, ainsi que la tourmaline incolore ou vert-brun pléochroïque, en baguettes rectangulaires ou en auréole autour des grains détritiques de tourmaline. Phengite et chlorite métarmorphiques sont bien représentées. L'apatite authigène est accessoire, parfois associée à la dahllite, et peut présenter des zonages de croissance. La dahllite s'observe encore dans des fissures de recristallisation quartzreuse. On rencontre aussi des lentilles ou nodules (200 à 500 microns), surtout dolomitiques, parfois quartzo-dolomitiques. La monazite existe en cristaux néoformés idiomorphes.

Les schistes dolomitiques de base (S.D.B.) quant à eux, tout en possédant les caractéristiques des S.D.,

y ajoutent des formes noduleuses dont la taille varie entre 0,5 et 1 cm. en moyenne, et qui parfois se rejoignent pour constituer une sorte de lit continu. Leur composition est presque toujours quartzreuse, parfois quartzo-dolomitique à grains imbriqués. Le quartz peut y contenir des inclusions dolomitiques, et son extinction est localement de type ondulant ("Length-slow Chalcedony"). Certaines passes des S.D.B. sont moins dolomitiques, plus quartzreuses, et possèdent une trame phylliteuse constituée de chlorite partiellement phengitisée. On retrouve des éléments de quartz anguleux, ainsi que des paquets chloriteux. Il est cependant difficile de définir dans cette roche la part à attribuer à la sédimentation de type S.D. et celle de type R.A.T. grises.

En ce qui concerne les bancs de dolomie, le B.O. M.Z. fait totalement défaut. Par contre un petit niveau massif à stromatolites (10 à 50 cm) constitue la base des S.D.2b à Kambove-Ouest et Kamoya. A Kamoya encore, on en trouve un second au sommet des S.D.3a.

Les niveaux charbonneux classiques (S.D.2a, 2d et 3b) sont peu ou pas dolomitiques, mais par contre plus détritiques. Macroscopiquement ils se distinguent par leur teinte foncée et leur aspect particulièrement fin (grain et stratification). Les S.D.2a manquent à Kakanda-Sud, et sont lenticulaires à Kambove-Ouest. Un petit horizon charbonneux supplémentaire s'intercale entre les S.D.2b et 2c à Kamoya et de façon lenticulaire à Kambove-Ouest. Tout comme les S.D.B., les S.D.2a se caractérisent par une fraction sédimentaire de type S.D. et R.A.T. grises. A Kakanda-Sud et aussi Kambove-Ouest (au delà du petit niveau algaire), les S.D.2b consistent en une roche grenue à passes fines chloriteuses semblables à celles des S.D.B., conférant à la roche un aspect rubané. Les S.D.3b peuvent contenir des nodules du même type que ceux des S.D.E., de rares petits paquets chloriteux, ainsi que des bancs lenticulaires de dolomie stromatolitique. Ces derniers annoncent les dolomies algaires du C.M.N. (R.2.3) dont l'horizon de base, épais d'environ 5 mètres, consiste en une roche stromatolitique qui ressemble aux R.S.C., mais possédant néanmoins des intercallations de type S.D.3b. Le contact S.D.3b - C.M.N. n'est donc pas toujours facile à repérer, et se place au premier gros banc massif.

#### E.- REMARQUE PARTICULIERE.

La plupart de ces couches comportent une légère fracturation à recristallisation quartzreuse, dolomitique, ou quartzo-dolomitique.

### III.- DISCUSSION

#### A.- LE CONTACT R.A.T. (R.1) - R.A.T. GRISES.

Les écaillés R.2 de Kambove-Ouest et Kakanda-Sud sont désolidarisées du R.1 suite à une rupture au niveau des R.A.T. blanchâtres (ou "bigarrées"). La brèche de friction qui en résulte rabotte le R.2, détruisant localement les R.A.T. grises et pouvant affecter les D. Strat. et R.S.F.

Le sondage Kya.10 est particulier puisqu'il montre une transition R.1 - R.2 très peu dérangée par la tectonique (à peine existe-t-il une légère fracturation au niveau des R.A.T. bigarrées). Les observations indiquent qu'il y a une continuité dans la sédimentation, sans rupture de type "conglomérat sédimentaire" comme l'ont signalé P. BARTHOLOME et al. (1972) à Kamoto. Les caractéristiques pétrographiques des R.A.T. grises et bigarrées sont identiques à celles au sommet du R.1, excepté la nature réductrice du milieu de dépôt.

A Kabolela, J.-J. LEFEBVRE (1976) signale également l'existence de R.A.T. "gris-beige" sous les R.A.T. grises.

La mise en évidence d'une roche "bigarrée" entre R.1 et R.A.T. grises, qui s'étend à la partie centrale de l'arc cuprifère shabien, constitue une observation nouvelle intéressante. Elle montre qu'il existe un phénomène identique à la base des minéralisations cuprifères au Shaba et dans le Copperbelt zambien (J. CAILTEUX, 1973 et 1974). Il consiste en un changement brutal des conditions oxydantes en celles réductrices, par l'intermédiaire d'une zone mixte dans laquelle l'équilibre oxydation-réduction se déplace vers une réduction de plus en plus marquée. Dans les couches à caractère oxydant, le fer extrait de l'ilménite détritique forme l'hématite ; dans celles de nature réductrice, il précipite en pyrite ; entre les deux, le fer semble être maintenu en solution (voir à ce sujet J. CAILTEUX et F. DIMANCHE - 1973, F. DIMANCHE et P. BARHTOLOME - 1976). De faites récurrences oxydantes peuvent réapparaître localement en R.A.T. grises (Kambove-Ouest et Kakanda-Sud), et semblant se superposer au caractère réducteur.

#### B.- LA SEDIMENTATION DE TYPE R.A.T. ET SON ORIGINE.

L'examen microscopique nous apprend qu'un type particulier de sédimentation occupe le sommet du R.1 et le R.2.1.1, et se manifeste épisodiquement

tout au long du R.2 (D. Strat., R.S.F., intercalaires des R.S.C., et d'une certaine manière S.D.B., S.D.2a, S.D.2b).

Plusieurs possibilités peuvent être envisagées pour la formation de ces sédiments, notamment en ce qui concerne l'origine de la chlorite authigène essentiellement magnésienne. Pour chacune, il n'est pas contestable qu'une partie de la roche puisse résulter d'un léger apport détritique en provenance des Kibara. Celui-ci peut comporter le quartz, la tourmaline verte ou bleue, la chlorite verdâtre ou brune, l'ilménite, la biotite quand elle existe, et vraisemblablement l'illite.

1.- Dans la première hypothèse (P. BARTHOLOME, communication personnelle), la chlorite constituerait le produit de la transformation de palygorvskite, dont la formule chimique est proche. Des couches à palygorvskite peuvent se déposer dans des lacs magnésiens, accompagnées de sépiolite, dolomite, chert, hydromagnésite, aragonite ou calcite. La sépiolite se transforme en talc, et l'hydromagnésite en magnésite. Ces différents minéraux primaires apparaissent dans les R.2.1.1 et R.2.1.2 (R.A.T. grises, D. Strat. et R.S.F.), excepté le talc (et bien entendu la sépiotite). Ce dernier, quand il existe dans ces couches, provient de l'altération superficielle.

2.- La chlorite authigène pourrait provenir de la transformation de l'illite détritique (KATEKESHA, 1975). Son importance dans la roche rend peu probable une telle origine pour toute la chlorite. Notons encore qu'aucune trace d'illite n'a pu être mise en évidence dans les R.A.T. grises, bigarrées ou lilas (sommet) de Kambove-Ouest, Kamoya et Kakanda-Sud.

3.- Les dépôts de cendres volcaniques sont des milieux très réactifs, et on peut supposer qu'un matériel pyroclastique ait pu être largement remplacé par la chlorite ; les observations faites à l'Etoile sont significatives à ce sujet (J. -J. LEFEBVRE et J. CAILTEUX, 1975). Une partie de la fraction anguleuse quartzreuse pourrait avoir la même origine, notamment celle écaillée à extinction roulante.

A la base des D. Strat., les éléments rautoïdes que l'on observe suggèrent un dépôt détritique de ces éléments, suite à une érosion des R.A.T. grises. On ne peut cependant exclure la possibilité d'une projection de matières volcaniques.

La persistance des lits ou niveaux chloriteux jusqu'aux S.D.B., tant à Kambove-Ouest, Kamoya, Kbolela (J. -J. LEFEBVRE, 1976) et Kakanda-Sud, renforce l'idée de volcanisme comme étant des manifestations récurrentes de son activité.

Enfin, on peut dire que l'horizon des R.A.T. grises rassemble les caractéristiques de régularité et d'étendue que montrent généralement les tuffs volcaniques.

### C.- LA NATURE DES DEPOTS SUCCEDANTAUX R.A.T. GRISES.

Selon R.L. FOLK et J.S. PITTMAN (1971), le quartz calcédonieux ("lengt-slow chalcedony") se développe presque exclusivement en association avec les sulfates et évaporites. La présence de ce type de silice dans les R.S.C. et les nodules des S.D.B. tend donc à confirmer l'environnement évaporitique dans lequel ces couches se sont déposées, les minéraux sulfatés ayant été totalement remplacés. En ce qui concerne les R.S.F., la régularité des lits ainsi qu'une faible fraction de peloides semblent indiquer une sédimentation en "mud ou mud-pellets facies" (R.G.C. BATHURST - 1971) caractéristique d'un milieu relativement peu agité et protégé des vents (absence de ripplemark). Ce faciès s'adosse aux parties émergées, et vraisemblablement ces couches ont pu être soumises à un assèchement temporaire entraînant la formation de fentes de retrait.

Ces observations s'ajoutent aux précédentes (P. BARTHOLOME et al. - 1972 ; A.E. ANNELS - 1974) pour conclure à un dépôt "tidal flat" du genre sabkha (R.G.C. BATHURST - 1971 ; E. GAVISH - 1974).

### D.- LA CALCITE ET LA DOLOMITE.

Le carbonate des roches appartenant au Groupe des Mines, au Shaba, est généralement de la dolomite (R. OOSTERBOSCH - 1963 ; P. BARTHOLOME et al. - 1972). A Kambove-Ouest, de la calcite a pu être mise en évidence en inclusion dans la dahllite. Par contre, le carbonate inclus dans le quartz diagénétique est de la dolomie, et on imagine mal qu'il s'agisse d'un remplacement rapide d'une calcite primaire. Comme le suggèrent P. BARTHOLOME et al. (1972), une partie au moins du carbonate est vraisemblablement de la dolomite primaire de précipitation, en particulier celle incluse dans le quartz diagénétique. La calcite primaire semble néanmoins avoir existé.

### E.- LA TOURMALINE.

En ce qui concerne la tourmaline vert-brun au centre des plages idiomorphes de tourmaline incolore, elle n'a pas toujours un aspect roulé ou anguleux

et paraît même parfois authigène. Il semble donc qu'au moins une partie d'entre elle ne soit pas détritique, mais bien diagénétique de 1ère phase.

#### F.- LA MAGNESITE ET L'URANIUM.

L'observation à Kambove-Ouest d'une superposition de l'uranium et de la magnésite, tant dans leur disposition stratigraphique (sommets des D. Strat. et base des R.S.F.) que dans leur distribution latérale est singulière. Elle pourrait signifier que les deux sont liés dans leur dépôt par la nature du milieu diagénétique, l'uranium étant ultérieurement remobilisé dans les fractures de la roche. Cette remarque est d'autant plus significative, lorsque l'on sait qu'à Shinkolobwe, gisement uranifère typique, la magnésite est particulièrement abondante. Elle se présente en cristaux authigènes parfois centimétriques, constitutifs de la gangue de toutes les couches minéralisées notamment uranifères (NGONGO, K. - 1975). A Kakanda-Sud, la relation magnésite-uranium n'est pas directe, l'altération superficielle ayant largement remobilisé l'uranium.

#### G.- LES MATIERES ORGANIQUES.

Dans les S.D. elles peuvent être considérées comme un bon marqueur lithostratigraphique. Néanmoins leurs manifestations sont parfois variables. A Kambove-Ouest, un sondage dans la partie ouest du gisement a montré des R.S.F., R.S.C. et S.D.B. localement fort charbonneux. Il est en outre possible d'observer des S.D.2a, 2d et 3b pauvres en carbone.

### IV.- CONCLUSIONS

Dans la partie centrale de l'arc cuprifère shabien, le sommet du R.1 et les R.A.T. grises paraissent former une entité sédimentaire unique, qui est dissociable à la suite d'une évolution du milieu de dépôt, d'oxydant en réducteur. Un changement semblable se produit au mur de la minéralisation sulfurée à Musoshi, en faciès zambien. Dans ce cas cependant la couleur de la roche n'est pas significative, mais la transformation des minéraux ferro-titanés suit la même progression. En conséquence, un processus identique se trouve à la base de la précipitation sulfurée qui a donné lieu aux gisements cuprifères du Shaba et de Zambie.

Une origine pyroclastique peut être valablement envisagée pour les roches du type R.A.T. grises. Dans cette hypothèse, une phase de paroxysme est atteinte au niveau des R.A.T. grises (et sommet du R.1), tandis que l'activité du volcanisme persiste des D. Strat. aux

R.S.C., période sédimentaire quartzo-dolomitique, non détritique, suggérant un dépôt du type sabkha. Dans les S.D., quand elle existe, la fraction volcanique se mélange à celle détritique. En ce qui concerne la localisation des émissions de cendres, il n'est guère possible de s'avancer dans l'état actuel des connaissances.

### REMERCIEMENTS

Je remercie la direction de la Gécamines d'avoir permis la publication de cette note, ainsi que M. Ph. CHEVALIER, Directeur du Département Géologique.

Tous mes remerciements s'adressent également à MM. P. BARTHOLOME, Professeur à l'Université de Liège, A. FRANCOIS, Ingénieur Conseil à la Gécamines, et J. PLACET, pour en avoir bien voulu relire et discuter le manuscrit.

Je remercie encore MM. A. VANDIEST et A. FOSSET pour l'aide qu'ils m'ont apportée respectivement à la réalisation des figures et des planches photographiques.

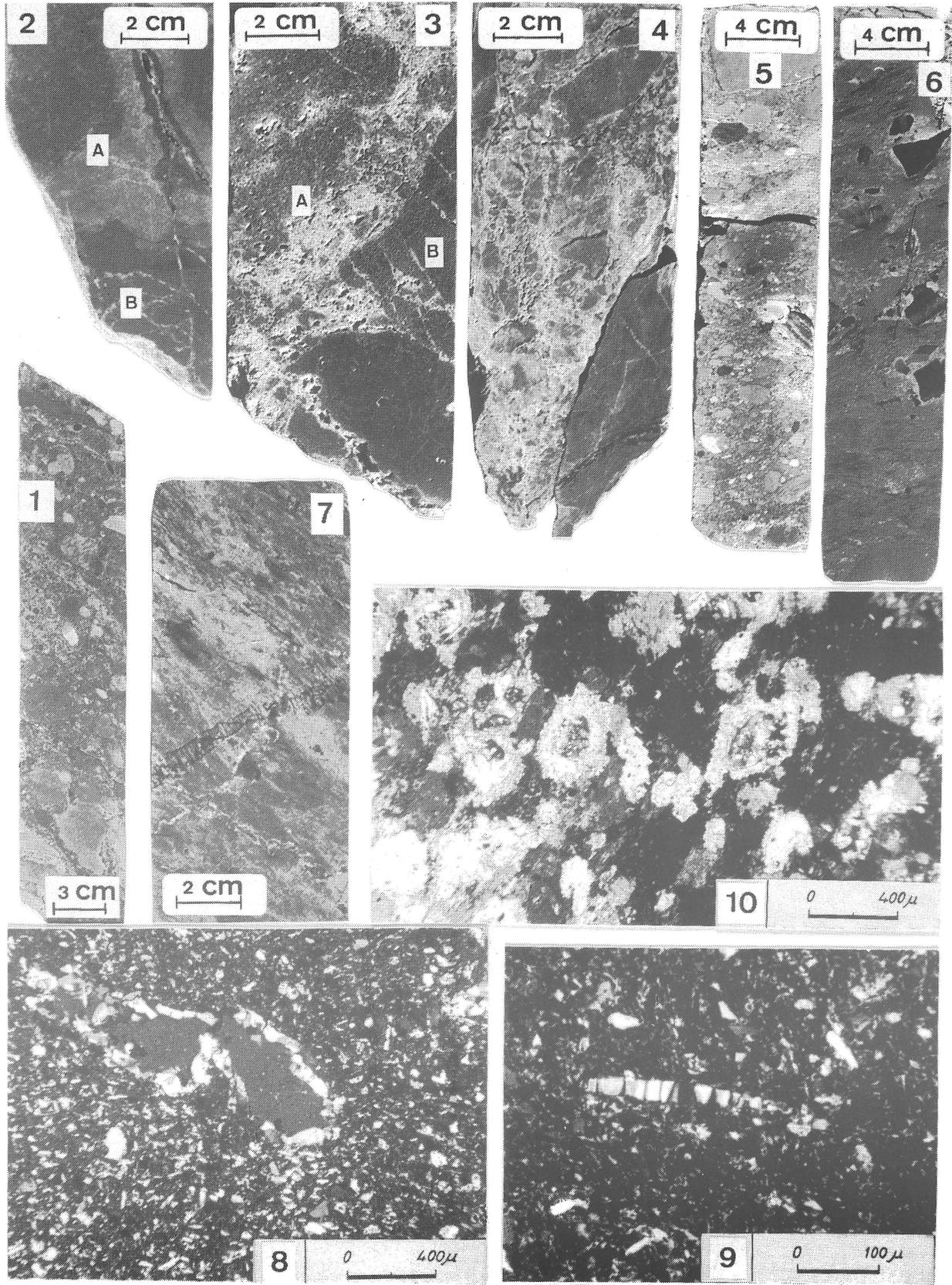
### BIBLIOGRAPHIE

- ANNELS, A.E. - 1974. Some aspects of the stratiform ore deposits of the Zambian Copperbelt and their genetic significance. In : BARTHOLOME, P. (Ed). Gisements stratiformes et provinces cuprifères, Liège pp. 235-254.
- BARTHOLOME, P., EVRARD, P. KATEKESHA, F., LOPEZ-RUIZ, J. and NGONGO, M. - 1972. Diagenetic ore forming processes at Kamoto, Katanga, Rep of the Congo - In : AMSTUTZ, G.C. and BERNARD, A.J. (Ed.). Ores in sediments, Heidelberg, Springer Verlag - pp. 20-41.
- BATHURST, R.G.C. - 1971. Carbonate sediments and their diagenesis. Developments in sedimentology-12. Elsevier publishing company. p. 205-212.
- CAILTEUX, J. - 1973. Minerais cuprifères et roches encaissantes à Musoshi, Shaba, Zaïre. Ann. Soc. Géol. Belg. T.96, 495-521.
- CAILTEUX, J. et DIMANCHE, F. - 1973. Examen des oxydes de fer et titane dans l'environnement du gisement de cuivre de Musoshi (Shaba, Réo. Zaïre). Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr. pp. 378-382.
- CAILTEUX, J. - 1974. Les sulfures du gisement cuprifère stratiforme de Musoshi, Shaba, Zaïre. In : BARTHOLOME (Ed.). Gisements stratiformes et provinces cuprifères, Liège, 267-276.
- DEMESMAEKER, G., FRANCOIS, A. et OOSTERBOSCH, R. - 1963. La tectonique des gisements cuprifères stratiformes du Katanga. In : LOMBARD, J. et NICOLINI, P. (Ed.). Gisement stratiformes de cuivre en Afrique, 2ème partie. Assoc. des Serv. Géol. Afr. Paris - pp. 47-115.
- DIMANCHE, F. and BARTHOLOME, P. - 1976. The alteration of ilmenite in sediments. Mineral Science and Engineering, vol. 8, N° 3, 187-201.

- FOLK, R.L. AND PITTMAN, J.S. - 1971 - Length - slow chalcidony : a new testament for vanished evaporites. *Journ. Sedim. Petrol.*, vol. 41, N° 4, pp. 1045 - 1058.
- FRANCOIS, A. - 1973 - L'extrémité occidentale de l'arc cuprifère Shabien. *Etude Géologique, Gécamines, Likasi, Shaba - Zaïre.*
- FRANCOIS, A. - 1974. Stratigraphie, tectonique et minéralisations dans l'arc cuprifère du Shaba (Rép. du Zaïre). In : BARTHOLOME, P. (ed.). *Gisements stratiformes et provinces cuprifères, Liège* - pp. 79-101.
- FRIEDMAN, G.M. - 1959. Identification of carbonate minerals by staining methods. *Journ. of Sedim. Petrol.*, vol 29, n° 1, pp. 87-97.
- GAVISH, E. - 1974. Geochemistry and mineralogy of a recent sabkha along the coast of Sinai, Gulf of Suez. *Sedimentology*, 21, n° 3, pp. 397-414.
- KATEKESHA, W.A. MUSANGANA - 1975. Conditions de formation du gisement cupro-cobaltifère de Kamoto - Principal (Shaba, Zaïre). Thèse, Université de Liège.
- LEFEBVRE, J.J. et CAILTEUX, J. - 1975. Volcanisme et minéralisations diagenétiques dans le gisement de l'Etoile, Shaba, Zaïre. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, T. 98, pp. 177-195.
- LEFEBVRE, J.J. - 1975. Phénomènes post-diagenétiques dans l'écaille nord-est du gisement de Kabolela, Shaba, Zaïre. *Ann. Soc. Belge de Geol.* (sous presse).
- NGONGO, K. - 1975. Sur la similitude entre les gisements uranifères (type Shinkolobwe) et les gisements cuprifères (type Kamoto) au Shaba, Zaïre. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, T. 98, pp. 449-462.
- OOSTERBOSCH, R. - 1963. Les minéralisations dans le système de Roan au Katanga. In : LOMBARD, J. et NICOLINI, P. (Ed.). *Gisements stratiformes de cuivre en Afrique, 1ère partie.* Assoc. des Serv. Géol. Afr., Paris - pp. 71-136.
- TROGER, W.E. - 1971. *Optische Bestimmung der Gesteinsbildenden Minerale. Teil 1 : Bestimmungstabellen.* Stuttgart. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, pp. 110-118.

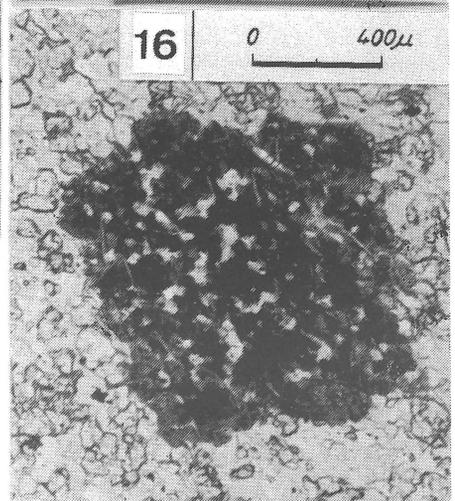
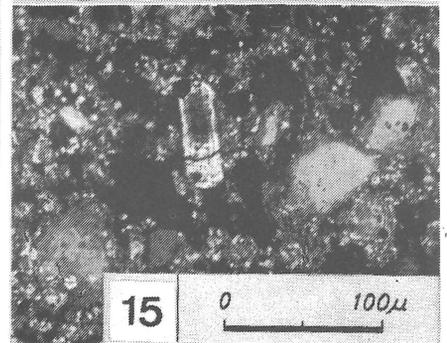
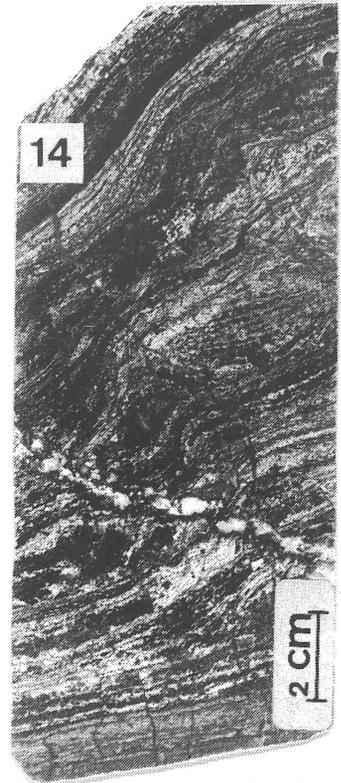
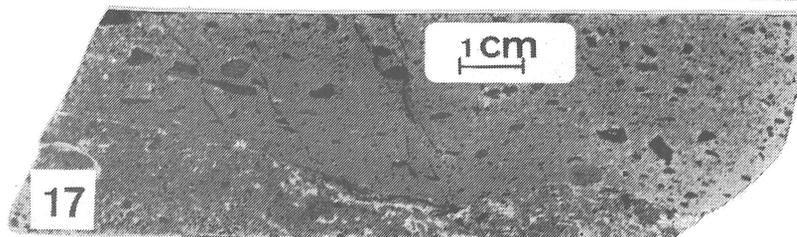
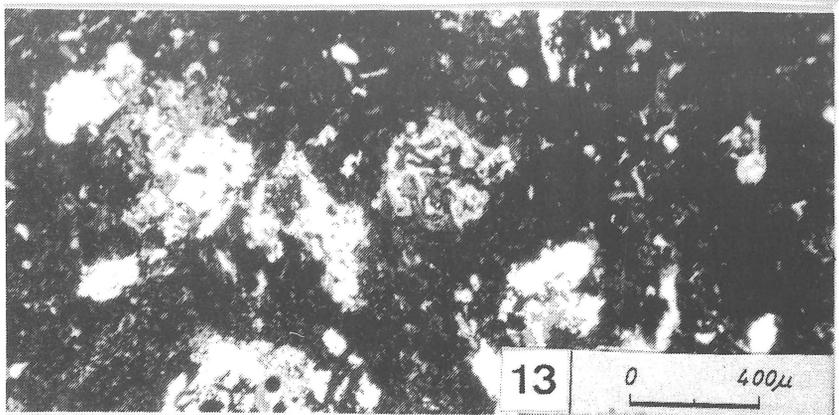
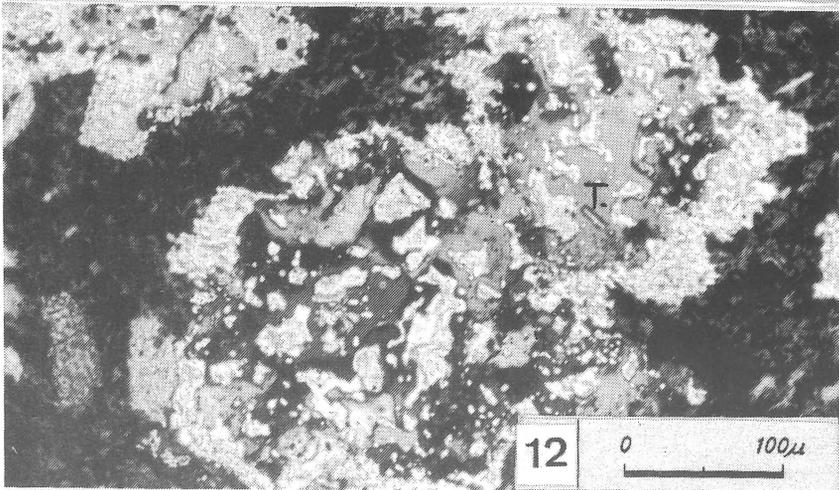
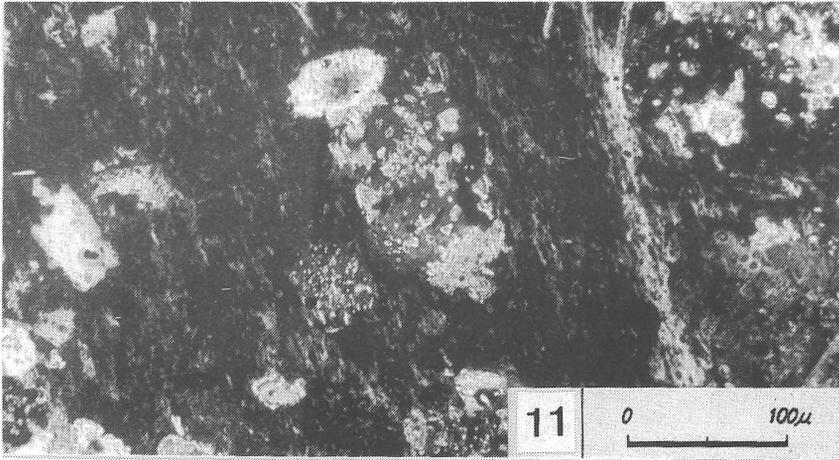
### PLANCHE I.-

- Photographie 1 - Sond. Kya-10. Ech. 1180. Brèche de fond au contact des R.A.T. Lilas  
conglomératique à éléments R.1, R.A.T. grises et R.S.F.  
Un élément R.S.F. est ici bien visible au milieu à droite.
- Photographie 2 - Sond. Kya-10. Ech. 1163/2 ; contact diffus entre R.A.T. grises (partie supérieure-A) et R.A.T. bigarrées (partie inférieure-B).
- Photographie 3 - Sond. Kya-10. Ech. 1177/1 ; contact un peu laminé entre R.A.T. bigarrées (partie inférieure-B). S'agit-il d'une surface d'érosion ?  
(Note : la différence angulaire que l'on peut voir entre ce contact et celui de la photo 2 est apparente et seulement due à la disposition différente du sciage).
- Photographie 4 - Sond. Kya-10. Ech. 1167 ; début de bréchiation des R.A.T. bigarrées, avec déjà des éléments arrondis.
- Photographie 5 - Sond. Kda-342. Entre le R.1 et le R.2, brèche hétérogène d'aspect
- Photographie 6 - Sond. Kda-342. Brèche de R.A.T. grises à éléments anguleux de R.2.1.2 (D. Strat. - R.S.F.).
- Photographie 7 - Sond. Kda-344. R.A.T. grises tachetées lie-de-vin.
- Photographie 8 - Sond. Kda-307. R.A.T. grises (Ech. 5). Plages dolomitiques à fine bordure quartzuse. Lum. Pol.
- Photographie 9 - Sond. K.W. 229, R.A.T. grises (Ech. 2). Quartz écailloux à extinction roulante. Lum. Pol.
- Photographie 10 - Sond. K.W. 209, R.A.T. bigarrées (Ech. 1 - 366,9 m). Association diagenétique quartz-dolomite. Le quartz inclu la dolomite, et est entouré d'une couronne dolomitique. Lum. Pol.



## PLANCHE II.-

- Photographie 11 - Sond. K.W. 209, R.A.T. bigarrées (Ech. 1). Détail des inclusions dolomitiques dans le quartz. Un grain de tourmaline se trouve associé à l'ensemble. Lum. Pol. 293,50 m). Aspect de la roche. Minces lits plissotés et allures de slumping.
- Photographie 12 - Sond. K.W. 209, R.A.T. bigarrées (Ech. 1). Inclusion rectangulaire de tourmaline (T.) dans le quartz diagénétique à inclusions et couronne dolomitiques. Lum. Pol.
- Photographie 13 - Sond. Kya.10, R.A.T. grises (Ech. 1161). Quartz à inclusions de chlorite incolore. Lum. Pol.
- Photographie 14 - Sond. Kya.10, R.S.F. (Ech. 1122 -
- Photographie 15 - Sond. Kya.10, D. Strat. (398,90 m). Tourmaline zonée à coeur vert-brun et auréole incolore. Lum. Pol.
- Photographie 16 - Sond. K.W. 207, D. Strat. (Ech. 10 - 345 m). Association apatite - dahllite, poecilitique, englobant quartz, carbonate et phyllites - Lum. nat.
- Photographie 17 - Sond. K.W. 1103, base des D. Strat. (235 m). Dolomie à éléments de type R.A.T. grises.



## PLANCHE III.-

Photographie 18 - Sond. K-W. 1103, base des D. Strat. (235 m). Paquet chloriteux de type R.A.T. grises dans un ciment dolomitique contenant notamment des quartz anguleux. Lum. pol.

Photographie 19 - A. Sond. K-W. 209 (373 m) ; B. Sond. Kda. 336 (112,2 m). Formes noduleuses constituées de quartz ou chert au centre et d'un pourtour carbonaté dolomitique.

Photographie 20 - Sond. K-W. 207, D. Strat. (346 m). Lits à macrocristaux noirs de magnésite disposés en tous sens.

Photographie 21 - Sond. Kya.10, R.S.F. (396,70 m).

Péloïdes constitués de chert à impuretés brunes et noires (matières organiques) à fines inclusions dolomitiques, et contenant des fragments de dolomite. Lum. Pol.

Photographie 22 - Sond. K-W. 1108, R.S.F. (194, 70 m.). Lits quartzo-dolomitiques possédant les traces d'un "retrait" probable.

Photographie 23 - Sond. K-W. 207, R.S.C. Fin lit de schiste intercallaire dans les R.S.C. La minéralisation sulfurée s'y aligne selon une allure de stratification. Lum. Pol.

