

LE GROUPE DES MINES A LUBEMBE, SHABA, ZAIRE¹

par

J.J. LEFEBVRE & T. TSHIAUKA²

(3 figures et 2 planches)

RESUME.- Le Groupe des Mines a été recoupé par des sondages dans la région de Lubembe (Shaba sud-oriental, à environ 25 km au NW de Mufulira, Zambie). Cette nouvelle occurrence, ainsi que de récentes observations réalisées au Nord du dôme de la Luina, résultent pour le Groupe des Mines en une extension plus vaste que celle qui lui était précédemment reconnue. Cet horizon, de grande importance économique, appartenant à la partie supérieure du Roan, peut être suivi sur près de 400 km entre Kolwezi et Lubembe, le long de la ceinture cuprifère zaïroise.

De ces nouvelles observations, il est devenu évident qu'une corrélation n'est plus possible entre le Groupe des Mines et le Ore Shale de Zambie. Ce dernier étant relativement plus bas dans l'échelle stratigraphique.

A Lubembe, le Groupe des Mines est abondamment minéralisé en pyrite syn-diagenétique aux mêmes niveaux et avec un aspect semblable à celui des sulfures de cuivre dans les gisements du Zaïre. De fortes minéralisations en cuivre ont également été reconnues à Lubembe. Toutefois, elles sont strictement associées à de larges veines et fractures syn-tectoniques.

Les problèmes relatifs à l'environnement sédimentaire du Groupe des Mines et aux mécanismes de la minéralisation sont abordés.

ABSTRACT.- The Mines Group has been intersected by drill holes in the Lubembe area (Southeastern Shaba, about 25 km NW of Mufulira, Zambia). This new occurrence, together with recent observations to the North of the Luina dome, results in a largely extended area for the Mines Group deposition basin. This economical horizon of the Upper Roan is presently recognized along the Zairian Copperbelt from Kolwezi down to Zambia, over a distance of 400 km.

From these observations, it is now evident that no correlation is possible between the Ore Shale and the Mines Group. The latter contains Cu-Co mineralizations in strata relatively younger than the Zambian orebodies.

In Lubembe, the Mines Group is abundantly mineralized in syn-diagenetic pyrite at the same levels and with the same characteristics as the copper sulfides in the Zairian deposits. High grade copper has also been found in Lubembe. However, it is essentially restricted to large syn-tectonic veins and fractures.

Depositional environments of the Mines Group and mechanisms for the mineralization are being discussed.

INTRODUCTION

Le Groupe des Mines (Bartholomé *et al.*, 1971; Cahen, 1974), anciennement appelé «Série des Mines *stricto sensu*» (Oosterbosch, 1950) ou Faisceau R.2 (François & Oosterbosch, 1968) est une succession de roches, à prédominance dolomitique, déposées dans un environnement à caractère réducteur. Il est intercalé entre deux

épaisseurs de roches pélito-arénitiques, rouges ou violacées, riches en hématite. Ce groupe occupe une position médiane dans le Supergroupe du Roan shabien, formant la base du Katangien. Supergroupe qui n'est pas exactement équivalent au «Roan Group» de Zambie (Cahen &

1. Manuscrit déposé le 21 mars 1986, après révision le 5 juillet 1986.

2. Direction Géologie, Topographie, Sondages SODIMIZA, P.O. Box 10450, Chingola, Zambia.

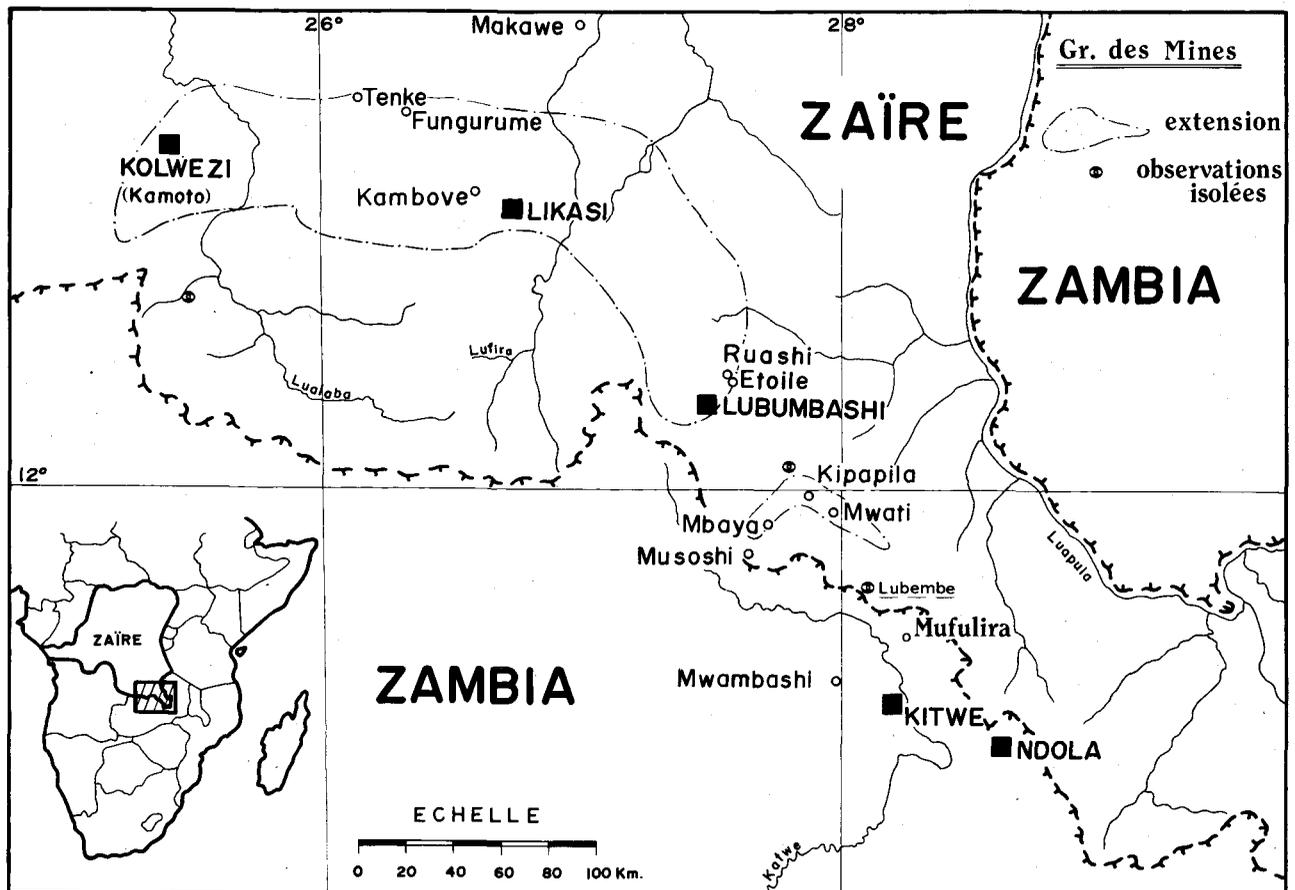


Fig. 1.- Situation générale. Extension du Groupe des Mines et observations isolées.

Snelling, 1984) car le premier englobe le Mwashya dans sa partie supérieure, alors que le «Mwashya Group» est considéré comme une entité séparée de l'autre côté de la frontière. Entité assez mal définie d'ailleurs, incluant des brèches et pseudoconglomérats (1) d'origine tectonique (Mendelsohn, 1961). La disparité entre les lithostratigraphies en usage en Zambie et au Zaïre est un handicap sérieux dans les tentatives de corrélation entre les deux sous-provinces cuprifères et il est éminemment souhaitable qu'on établisse de nouvelles divisions tenant compte des observations effectuées de part et d'autre de la frontière.

C'est dans le Groupe des Mines qu'on dénombre, au Shaba, la majorité des gisements de cuivre et indices de minéralisation (80 % des gisements et 45 % des indices; François, 1974). Il a été reconnu de Kolwezi, à l'extrême Ouest de l'arc cuprifère (fig. 1), jusqu'au gisement de l'Etoile, à environ 10 km à l'Est de Lubumbashi (Oosterbosch, 1962). Plus récemment, il a été observé à un peu moins de 60 km au Sud-Est de l'Etoile, dans un ancien sondage foré à Kipapila (Cailteux & Lefebvre, 1975), au Nord du dôme de la Luina. Le Groupe des Mines est formé d'une superposition de formations très caractéristiques qui s'identifient sans peine de Kolwezi à Kipapila

par leur aspect et leur succession immuable, avec toutefois une épaisseur qui tend à décroître progressivement d'Ouest en Est et, rapidement, du Sud au Nord (Oosterbosch, 1962; François, 1974).

Cailteux (1976) a tenté de démontrer le passage latéral du Groupe des Mines de Kipapila à l'horizon minéralisé (H.M. ou Ore Shale des Zambiens) de Musoshi sur la base d'anciens sondages réalisés au Nord-Ouest du dôme de la Luina. Il conclut que : «les terrains Roan se sont déposés dans un unique bassin, comprenant une sédimentation surtout carbonatée au Nord-Ouest, et surtout détritique au Sud-Est». Cette possibilité avait déjà été envisagée par Oosterbosch (1962) et François (1974).

La découverte du Groupe des Mines à Lubembe, à quelques centaines de mètres de la frontière zambienne (fig. 1), prolonge considérablement son extension vers le Sud-Est. Cette nouvelle occurrence du Groupe des Mines et quelques observations réalisées en périphérie

(1) Par pseudoconglomérats, nous entendons des brèches tectoniques concordantes à subconcordantes, à fragments arrondis par attrition, liées à des failles de friction plus ou moins parallèles aux couches. Ces brèches ont souvent été confondues avec des poudingues d'origine sédimentaire.

nord-ouest du dôme de la Luina remettent en question l'équivalence du Groupe des Mines shabien et du «Ore Shale» zambien. Il semblerait au contraire que les principales minéralisations de Zambie se soient mises en place dans des roches plus anciennes que celles où se localise la majorité des gisements du Shaba.

LITHOSTRATIGRAPHIE

La lithostratigraphie du Katangien, actuellement en usage dans la zone méridionale du Shaba (Département géologique de la Sodimiza), essaie de concilier les observations réalisées de part et d'autre de la frontière entre la Zambie et le Zaïre. Basée sur les différences de nature entre les couches, elle tente également de rendre compte des cycles sédimentaires liés à la dynamique du bassin. Cette lithostratigraphie est essentiellement provisoire et évolue en fonction des progrès réalisés dans la compréhension géologique de la région.

KATANGIEN

Supergroupe du Kundelungu

Groupe du Kundelungu supérieur

Groupe du Kundelungu inférieur

(à la base) Formation du grand conglomérat

Supergroupe du Shaba (ou du ROAN shabien)

Groupe du Mwashya

brèches tectoniques

Couches de la Kimfwi (dolomies et marnes indifférenciées)

brèches tectoniques

Groupe des Mines

Formation des dolomies talqueuses de Kambove (C.M.N.) (2)

Formation des pélites de Fungurume (S.D.)

Formation des dolomies de Kamoto (R.S.C., R.S.F., D. Strat.)

Formation des argilites de Ruashi (R.A.T. grises)

brèches tectoniques

Groupe de Kolwezi (R.A.T. lilas)

brèches tectoniques

Groupe de Kinsenda

Formation des dolomies de Kanwangungu

Formation des pélites graveleuses de Kibalongo

Formation périto-arkosique de Musoshi (H.M. ou «Ore Shale» à la base)

Formation arkosique de Mutonda

Groupe de Kasumbalesa

Formation quartzitique de Kafufya

Formation conglomératique de Chimfunsi

contact discordant avec le soubassement.

OBSERVATIONS

LE SUPERGROUPE DU SHABA A MUSOSHI

Les nombreux travaux souterrains et sondages réalisés autour du gisement de Musoshi permettent d'établir une coupe continue en travers de l'ensemble du Groupe de Kinsenda.

A la superposition de plusieurs séquences du type **conglomérat arkosique-arkose-grès argileux arkosiques**, constituant la Formation de Mutonda (environ 425 m au total), succède l'important cycle de la Formation de Musoshi (épaisseur moyenne : 175 m) qui marque le passage de siltites feldspathiques à des dolomies légèrement évaporitiques. Cette succession complexe de séquences dégressives contenant une minéralisation en cuivre à la base, est interrompue par de nombreux apports de matériel arkosique grossier, riche en hématite (Lefebvre & Tshauka, 1986). La Formation de Kibalongo (± 150 m) qui leur fait suite est une superposition de nombreuses petites séquences **arkose-siltites gréseuses à granules-siltites** passant progressivement vers le haut à des séquences **siltites-marnes-dolomies rougeâtres**. Elle consiste en fait en une répétition du grand cycle Mutonda -Musoshi sur un rythme plus rapide et plus saccadé, mais avec un caractère qui reste oxydant (pas de pyrite, rare hématite, dolomies rubéfiées). Enfin, la Formation de Kanwangungu marque la prééminence des dépôts chimiques sur les apports détritiques, avec un empilement de séquences **marnes-dolomies** à caractère évaporitique.

En Zambie, le contact du Roan inférieur détritique avec les dolomies du Roan supérieur est placé tantôt à la base des premières occurrences importantes de dolomies dans la Formation de Musoshi (Kilila Bombwe, Schwellnus, *in* Mendelsohn, 1961 et Chingola, Voet & Freeman, 1972), tantôt au début des séquences plus dolomitiques du sommet de Kibalongo (Kilila Bombwe, Binda & Mulgrew, 1974) ou encore à la base des dolomies marneuses de Kanwangungu (Nchanga, Mc Kinnin & Smith, *in* Mendelsohn, 1961).

Au sommet accessible (le sommet pourrait être en partie transformé en brèche tectonique) de la Formation de Kanwangungu, qui à la section zéro du gisement de Musoshi a 125 m d'épaisseur, on passe, semble-t-il, à des grès argileux feldspathiques rougeâtres et hématitiques (Groupe de Kolwezi?) transformés en pseudoconglomérats d'origine tectonique au sommet. Cette brèche tectonique subconcordante (en profondeur, elle se développe au détriment d'une grande partie des dolomies de Kanwangungu) contient des lambeaux de roches profondément fracturées et recristallisées :

- une roche ignée mafique vert sombre à talc, phlogopite, dolomite et traces d'albite, hydrophlogopite et vermiculite;
- une roche rose à lilas, remarquablement riche en microcline, hématite, et à muscovite subordonnée; quand elle n'est pas trop fracturée, la roche a une texture qui fait penser à un tuf volcanique; les fractures sont remplies de gypse et d'une matière argileuse verte composée d'un

(2) Nomenclature lithostratigraphique en usage chez les mineurs de la Gécamines (François, 1973, 1974).

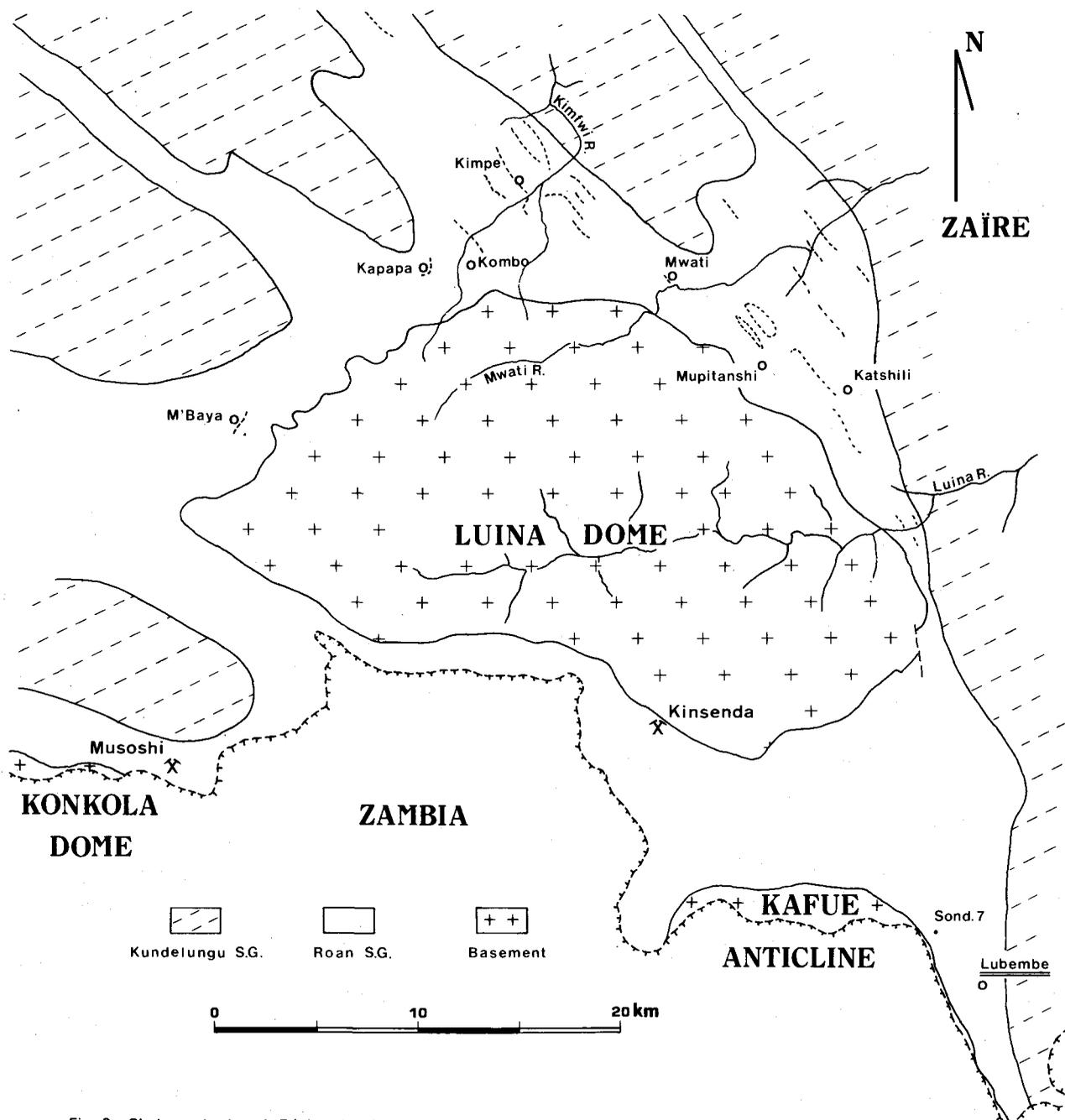


Fig. 2.- Shaba sud-oriental. Région du dôme de la Luina. Les figures en tireté qui apparaissent dans les plages du Roan correspondent à des alignements du Groupe des Mines.

interstratifié montmorillonite-chlorite, d'un peu de quartz et d'albite; cette roche est identique à celle de la brèche axiale de l'anticlinal de Makawe (Lefebvre, 1975) et pourrait être rapportée aux R.G.S. du Groupe de la Dipeta à Tenke (Oosterbosch, 1950).

Aucune trace du Groupe des Mines n'a été reconnue dans cette brèche qui n'a encore été traversée par sondage que dans la partie médiane du gisement.

Au-dessus de cette brèche tectonique, on reconnaît le Mwashya inférieur dolomitique et talqueux, bréchié à la base, très pyriteux et albitisé au sommet. Le Mwashya supérieur a un aspect rubané, marqué par une succession de lits sombres (siltites charbonneuses à phlogopite) et de lits clairs (dolomies albitiques), et passe vers le haut à la diamictite de la Formation du Grand Conglomérat (Supergroupe du Kundelungu).

RELATIONS ENTRE LES GROUPES DES MINES ET DE KINSEDA AU N.O. DU DÔME DE LA LUINA (fig. 2)

Région de Kimpe

Les travaux de prospection en cours à Kimpe, région comprenant l'indice minéralisé de Kipapila, confirment l'appartenance des roches porteuses de la minéralisation au Groupe des Mines. Les descriptions pétrographiques détaillées, la structure tectonique et la répartition de la minéralisation seront présentées en fin de campagne. Dès à présent, il ressort que :

- le Groupe des Mines, à l'opposé de ce qui a été observé entre Kolwezi et Lubumbashi, n'est pas entièrement démantelé en mégafragments («écailles» de François, 1973) dispersés dans une énorme brèche tectonique; on

reconnait au contraire une certaine continuité des couches, séparées des horizons sous- et susjacentes par une épaisseur variable de pseudoconglomérats et brèches tectoniques; ces couches forment un anticlinorium aux plis très pincés, faillés, déversés tantôt vers le nord, tantôt vers le sud;

- cet anticlinorium couvre une surface d'environ 50 km²; il est toutefois disloqué en larges plaques séparées par des injections de roches arkosiques rouges ou violacées, bréchiées;
- à l'Est de la rivière Kimfwi, où le pli anticlinal de Kipapila s'ouvre largement à l'occasion d'une importante flexure, des roches argilo-gréseuses et talqueuses roses, riches en hématite et identiques aux R.A.T. lilas (Groupe de Kolwezi) des gisements à l'Ouest de Lubumbashi, ont été reconnues séparées du Groupe des Mines par une brèche de R.A.T. grises;
- une différence lithologique majeure, observée à Kipapila par rapport à l'Etoile, est l'apparition d'horizons arkosiques au sommet des S.D. (Formation des pélites de Fungurume); dans cet ensemble d'arkoses et grès argileux arkosiques de couleur claire, des bancs de conglomérat feldspathique, parfois dolomitique, font leur apparition à plusieurs niveaux; ils constituent d'utiles repères stratigraphiques qui ressortent bien dans la topographie environnante, généralement marquée par la rareté des affleurements; ces horizons grossiers ne sont pas sans rappeler les arkoses au sommet des S.D. dans les faciès septentrionaux du Groupe des Mines de Kolwezi (Oosterbosch, 1962) et de Tenke-Fungurume (Oosterbosch, 1950).
- ainsi que le laissait prévoir, à Ruashi, l'aspect déjà lenticulaire des R.S.C. (membre supérieur de la Formation des dolomies de Kamoto), ce membre disparaît complètement à Kipapila (Cailteux & Lefebvre, 1975);
- comme à l'Etoile, la minéralisation est cantonnée principalement dans l'horizon inférieur rapporté aux R.A.T. grises (Formation des argilites de Ruashi); elle forme des taches réduites en dimension, isolées dans de grandes surfaces stériles.

Région de Kombo

Au Sud de Kimpe, en direction du dôme de la Luina, on n'observe plus en affleurement qu'un seul niveau de conglomérat arkosique dans les S.D. du Groupe des Mines. Les arkoses et grès argileux associés sont plus fins et s'assombrissent avec l'augmentation de matériel carbonné. Plus au sud encore, près des sources de la rivière Kimfwi, on ne reconnaît que des grès feldspathiques fins, charbonneux, superposés aux pélites noires des S.D.

Comme à Kimpe, le Groupe des Mines passe vers le haut à un empilement de roches argilo-dolomitiques, par l'intermédiaire d'une brèche à fragments anguleux. Cette épaisse accumulation de couches n'est pas encore connue en détail (Couches de la Kimfwi), toutefois, elle rappelle, par certains de ces aspects, les Groupes de Mofya et Dipeta observés dans la région de Tenke-Fungurume (Oosterbosch, 1950).

Vers le bas, le Groupe des Mines de Kombo est séparé du Groupe de Kinsenda par une brèche pseudoconglomératique d'épaisseur variable. Elle est généralement rose vers le haut (brèche de R.A.T. lilas typique), bleuâtre vers le bas et dans tous les cas, riche en hématite recristallisée. Dans la région de Kombo, la partie du Groupe de Kinsenda en contact avec cette brèche tectonique correspond au sommet de la formation de Musoshi. Très localement on retrouve, en parfaite concordance sur la formation de Musoshi, les pélites graveleuses de Kibalongo. Latéralement, ces dernières se déchirent en lambeaux qui se noient dans la brèche de R.A.T.

Région de Kapapa et M'Baya

En direction de Kapapa, on ne retrouve plus, en affleurement, que la partie médiane du Groupe des Mines (base des S.D. et les dolomies de Kamoto). L'absence des grès feldspathiques, observés à Kombo au sommet des S.D., semble confirmer la tendance d'un affaiblissement de l'apport détritique grossier en direction du Sud-Ouest. La formation de Fungurume paraît conserver son épaisseur, mais à Kapapa, elle est essentiellement formée de pélites charbonneuses fines, noires. Il semble que le Groupe des Mines se continue avec un aspect semblable jusqu'à M'baya.

A Kapapa, le Groupe des Mines repose, par l'intermédiaire d'une épaisse brèche argilo-quartzeuse et dolomitique d'origine tectonique, sur des arkoses localement conglomératiques, rapportées à la partie médiane de la Formation de Musoshi. A M'baya, comme à Kapapa, les couches de la Kimfwi se retrouvent au-dessus du Groupe des Mines.

Région de Mwati

Dans l'alignement de l'anticlinorium de Kimpe, on observe, près de la rivière Mwati, une courte clairière d'empoisonnement correspondant à un fragment du Groupe des Mines, faiblement minéralisé en cuivre et cobalt. En surface, on retrouve les formations dans leur succession habituelle :

- au sommet, les pélites de Fungurume avec un aspect très semblable à celui qui a été reconnu à Kombo; dans la partie supérieure, les faciès sont grossiers, de couleur claire, mais sans les conglomérats arkosiques bien représentés à Kimpe;
- les S.D. de base, noirs, très caractéristiques avec les nombreux petits nodules quartzo-dolomitiques blanchâtres;
- les dolomies de Kambove sont surtout bien représentées par les D. Strat, à quelques rares nodules siliceux imprégnés de malachite;
- les R.A.T. grises sont formées à Mwati d'une argilite massive, peu épaisse, verte, composée principalement de vermiculite.

En profondeur, toute la partie du groupe est rabotée. Ne subsistent que les grès feldspathiques graveleux du sommet des S.D. et une portion des pélites noires sous-jacentes. Cet ensemble repose sur un pseudoconglomérat d'épaisseur variable, rose à gris bleuâtre et riche en hématite grossièrement cristallisée. Par dessous, on passe aux pélites arkosiques très caractéristiques de la Formation de Kibalongo. Ces pélites sont très redressées, subverticales, et en contraste avec la pente relativement faible des couches du Groupe des Mines.

Région de Mupitanshi

A l'Ouest de la rivière Mupitanshi, la Formation arkosique de Mutonda repose directement sur le granite ancien. Lui succède la Formation de Musoshi dont seule la partie inférieure est représentée. Par dessus, on reconnaît une épaisseur non négligeable (plus de 50 m) de roches argileuses, faiblement gréseuses et talqueuses, grisâtres à violacées. Ces roches sont finement broyées et riches en hématite.

Au-dessus de cette brèche tectonique, on retrouve le Groupe des Mines, mis en évidence par de longs alignements de petits puits anciens. Nous n'avons reconnu que les pélites charbonneuses ou dolomitiques et les conglomérats arkosiques de la Formation de Fungurume. Cette succession se répète un grand nombre de fois en direction du Nord et sur une distance de plus de cinq kilomètres, formant une succession de plis plus ouverts qu'à Kimpe, mais d'orientation semblable. Plus au Nord encore, le Groupe des Mines s'ennoie sous des dolomies bréchiées qui se continuent sur près de 1 km de distance avant de disparaître à leur tour sous la Formation du Grand Conglomérat correspondant à la base du Groupe de Kundelungu inférieur.

Région de Katshili

Entre les rivières Katshili et Luina, la situation et assez semblable à celle de Mupitanshi. La succession de plis formée par les couches du Groupe des Mines est toutefois moins étendue. Elle disparaît plus rapidement sous le Kundelungu qui se rapproche assez fort du dôme de la Luina.

Comme à Mupitanshi, il ne nous a pas été possible de reconnaître la base du Groupe des Mines. Seuls des travaux d'affouillement serrés et profonds pourraient la mettre en évidence. La partie supérieure du Groupe des Mines, quant à elle, a subi une nouvelle évolution. Les niveaux arkosiques et conglomératiques au sommet des S.D. sont encore plus grossiers et plus puissants; il font au moins 40 m d'épaisseur. Le reste des S.D. n'est plus charbonneux qu'à la base et est composé de pélites en général assez gréseuses.

LE GROUPE DES MINES A LUBEMBE

Localisation dans le Supergroupe du Shaba

Dans cette région, comme à Mupitanshi, on observe la partie supérieure de la Formation de Mutonda en contact direct avec le socle, principalement constitué d'un granite gris verdâtre, faiblement tectonisé, recristallisé et vraisemblablement propylitisé. Par rapport à Musoshi, distant de 45 km vers l'Ouest, la Formation de Mutonda (épaisseur maximale 150 m) est légèrement plus carbonatée. Principalement au sommet de la formation, dans la partie supérieure des grès argileux feldspathiques. Ces roches contiennent d'ailleurs, en plus de fantômes de sélénites, des concrétions quartzocalciques nombreuses qui confèrent à la roche un aspect absolument identique au «Ore-Shale» de Mwambashi en Zambie (Annels, 1974). A la différence toutefois que ces roches, en Zambie, sont minéralisées en sulfures de cuivre, alors qu'elles ne contiennent que de l'hématite à Lubembe et des hydroxydes de fer concentrés préférentiellement en périphérie des concrétions.

A Lubembe, la minéralisation en cuivre sulfuré se localise dans la partie inférieure de la Formation de Mutonda qui consiste en des arkoses grossières et des conglomérats arkosiques mal classés à vagues stratifications irrégulières tantôt croisées, tantôt ravinantes.

Au-dessus de la Formation de Mutonda, on retrouve l'Horizon Minéralisé (H.M., à la base de la Fm. de Musoshi, ou «Ore-Shale» de Zambie) avec un aspect et une composition minéralogique inchangés par rapport au gisement de Musoshi. L'épaisseur en est toutefois réduite (3 m à Lubembe, comparés aux 25 m de Musoshi); la roche est un peu dolomitique et totalement stérile. Elle contient localement une abondance d'hématite d'aspect détritique. La Formation de Musoshi se continue vers le haut, nettement plus dolomitique qu'à Musoshi, avec quelques figures stromatolitiques et des textures qui permettent d'invoquer l'existence d'un environnement à caractère plus restreint. Cette formation est rapidement tronquée par un pseudoconglomérat subconcordant d'origine tectonique. Cette brèche, épaisse d'environ 25 m, contient de larges fragments, isolés et fracturés, de siltites et argilites talcifiées vertes.

Au-dessus de cette première brèche, on observe environ 60 m de roches dont le pendage est semblable à celui des couches inférieures. Il s'agit d'une superposition de petites séquences «shoaling-upwards» **siltite - marne - dolomies rougeâtres** dont le caractère carbonaté augmente vers le haut. Ces roches rappellent, avec une granulométrie plus fine, les successions séquentielles de la Formation de Kibalongo à Musoshi. Elles sont limitées vers le haut par une nouvelle brèche tectonique subconcordante, d'une épaisseur de 5 m environ.

Cette nouvelle brèche, à texture orientée, comprend de nombreux fragments déformés d'argilite verte, extrêmement pyriteuse. C'est une brèche de R.A.T. grises. Elle correspond à la partie inférieure de la Formation des argilites de Ruashi, complètement broyée et laminée. Le Groupe des Mines qui lui est superposé, fait au plus 30 m en épaisseur. Vers le haut, il est interrompu au niveau de dolomies impures de la Formation de Fungurume par une dernière brèche de 8 m d'épaisseur.

Superposés à cette brèche tectonique d'un type plus classique (brèche monogénique à fragments anguleux), des roches argilo-dolomitiques et arkosiques, reconnues par sondage sur une épaisseur vraie de 40 m, succèdent au Groupe de Mines avec un pendage semblable. Ce sont les Couches de la Kimfwu rencontrées au Nord-Ouest du dôme de la Luina. Observée à l'état frais dans les sondages de Lubembe, cette succession d'argilites verdâtres, riche en phlogopite, et de dolomie rouges ressemble au niveau R.3.1. du Groupe de la Dipeta, facies Musonoi (François, 1973).

Description du Groupe des Mines (fig. 3)

R.A.T. grises (roches argilo-talqueuses)

A la base du Groupe des Mines, la brèche tectonique consiste en fragments de R.A.T. grises, étirés et variables en dimension (5 à plus de 50 cm). Ils sont composés de phlogopite, traces de chlorite et quartz de recristallisation. Ces fragments s'empâtent dans un ciment formé d'une masse blanchâtre, granuleuse et vaguement orientée (ph. 10b). Le ciment est composé principalement de dolomite et quartz recristallisés, de quelques grandes plages de microcline frais et de rare phlogopite.

Vers le haut, avec la diminution progressive du ciment, la brèche apparaît plus homogène. Le matériau appartenant aux R.A.T. grises est repris dans une alternance de zones à fragments anguleux et de zones broyées, laminées (ph. 10a). La brèche fait place progressivement à une argilite massive, légèrement fracturée. Composée en proportion variable de phlogopite surtout et de chlorite finement cristallisées, elle est olive sombre et contient une abondance de pyrite finement disséminée (près de 10 % poids dans le dernier mètre avant la brèche). Aucune trace de sulfure de cuivre n'a été observée. L'absence de cuivre en quantité décelable a été confirmée par l'analyse chimique (Cu et Co inf. à 200 ppm).

Plus haut encore, la roche passe à une siltite feldspathique (microcline et quartz; 15 à 60 μ) et pyriteuse. Elle se charge de nombreux grains détritiques de 0,5 à 2 mm, largement disséminés dans des zones lenticulaires floues (ph. 9b). La composition de ces grains arrondis à subanguleux est variable et consiste principalement en microcline, perthite, quartz parfois sagénitiques, granite à biotite et des fragments de roche dont la texture et la composition invoquent des rhyolites feldspathiques.

Au sommet des R.A.T. grises, l'apport détritique devient prédominant. On observe quelques lentilles peu épaisses de litharénite à texture réticulée ou très faiblement empâtée. Ces lentilles sont affectées par une dolomitisation et une albitisation (albite pure et cleavelandite) qui, avec la recristallisation du quartz et du microcline, envahissent partiellement le ciment au détriment des minéraux phylliteux. En certains points où la cristallisation des albite, quartz et dolomite est importante, on observe même la formation de quelques perthites de remplacement qui ne sont manifestement pas d'héritage magmatique. L'augmentation en énergie des conditions de dépôt est également illustrée par la présence de brèches sédimentaires où des fragments de siltite apparaissent enrobés dans un grès argileux grossier à granules dispersés. Cette évolution est brutalement interrompue au niveau d'une surface ravinée et légèrement rubéfiée, au-dessus de laquelle se dépose une siltite très fine passant à

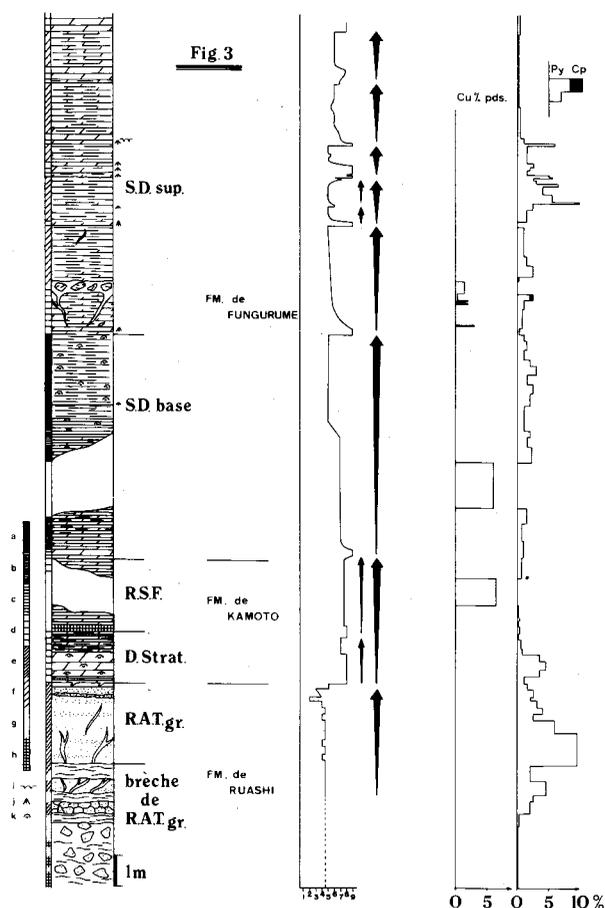


Fig. 3.- Le Groupe des Mines à Lubembe.
Coupe du sondage n° 7.

1. grès feldspathique grossier. 2. grès feldspathique. 3. grès argileux grossier. 4. grès argileux. 5. siltite. 6. pélite dolomitique. 7. dolomie argileuse. 8. dolomie. 9. dolomie à tendance évaporitique.
- a. couleur noire. b. gris sombre. c. grise. d. gris clair. e. gris vert. f. beige verdâtre. g. blanche. h. rougeâtre. i. figure de dessiccation. j. sélérites. k. nodules.

Les flèches noires en regard de la courbe lithologique représentent une succession de séquences «deepening-upwards», «coarsening-upwards».

une argilite très dolomitique (ph. 9a) à figures lancéolées, remplacées par le quartz et la dolomite ou entièrement pyritisés. Cette couche de 10 à 15 cm est profondément ravinée et en contact brutal avec des dolomies gris clair, à stratification plane, à la base de la Formation des dolomies de Kamoto.

Remarquons enfin que les R.A.T. grises sont hachées par un réseau assez dense de veines appartenant à au moins deux générations. Les plus fines contenant dolomite, microcline et quartz, apatite subordonnés, sont recoupées et déplacées par des veines plus épaisses à dolomite, quartz et albite subordonnée. Ces dernières ont des épontes irrégulières et suivent les fractures de la roche. Elles englobent des débris de roche anguleux, arrachés aux épontes, et de rares pyrites grossières, subidiomorphes et faiblement oxydées, issues de l'encaissant par sécrétion latérale. La dolomite s'en échappe localement pour être injectée dans des fractures secondaires. Elle est localement rougie par une dispersion d'hématite cryptocristalline.

D. Strat. (dolomies stratifiées)

Elles débutent par des dolomies très finement cristallisées, gris très clair, à litage centimétrique régulier et parfaitement plan. Dans ces dolomies, déposées en milieu à très faible

énergie, apparaissent très rapidement des niveaux légèrement plus sombres, argileux (présence de micas blancs légèrement magnésiens et de quartz néogène). Cette alternance assez irrégulière évolue vers des dolomies grisâtres, impures, à litage plus espacé. En même temps, la roche se charge de nombreux nodules siliceux sombres (ph. 8), très caractéristiques des D. Strat. de Kolwezi à Kimpe. La pyrite réapparaît en quantité relativement abondante (environ 4 % poids) tantôt en fine dissémination dans la roche, tantôt dans les nodules, en cristallisation grossière. Quelques rares figures rectangulaires, à remplissage de dolomite et quartz (pseudomorphes d'anhydrite ?) ressortent en clair à certains niveaux.

Vers le haut des D. Strat., on repasse à une dolomie litée. Elle se présente cette fois avec des lits contournés, enthérolitiques, en alternance avec une siltite très dolomitique (ph. 7a). L'épaisseur de ces lits faiblement pyriteux augmente très rapidement avec le retour d'une sédimentation à prédominance dolomitique, contenant des structures localement silicifiées, présentant certaines convergences avec des figures stromatolitiques peu développées en hauteur (ph. 7a et b). Cette tendance se maintient jusqu'à un contact récurrent avec les R.S.F.

R.S.F. (roches siliceuses feuilletées)

La base des R.S.F. est formée, sur les quinze premiers centimètres d'une superposition de fins lits dolomitiques (2 mm à 1 cm), légèrement ondulants et fortement silicifiés (ph. 6a). On passe ensuite à une roche d'aspect rubané où chaque lit, d'un demi à deux centimètres, correspond à un cycle marquant le passage d'une dolomie dont la texture est hétérogène, recristallisée et en partie silicifiée, à une micrite dolomitique, puis à une dolomie argileuse. La minéralisation pyriteuse est pauvre et très finement disséminée.

Ce membre est intensément déformé et interrompu dans sa partie médiane par une épaisse veine contenant une cristallisation grossière de quartz et dolomie (ph. 6b). Alors que les épontes sont stériles, la veine contient une abondante minéralisation en chalcopryrite partiellement cimentée (plus de 6 % Cu). Des fragments anguleux de R.S.F., arrachés aux épontes, restent pyriteux bien que légèrement décolorés et entièrement englobés par la veine.

S.D.B. (schistes dolomitiques de base)

Au contact entre les R.S.F. et les S.D.B. on observe un passage par récurrence à une dolomie peu épaisse, litée et gris clair, envahie de nombreuses aiguilles de chlorite incolore, à croissance désordonnée et visibles à l'œil nu. Cette dolomie à phénocristaux de chlorite, un peu siliceuse et contenant de la phlogopite, s'assombrit rapidement. Elle passe à une roche finement litée où l'on peut reconnaître une succession irrégulière de dolomie impure grise et de pélite charbonneuse (fig. 5). Cette roche contient une fine dissémination de pyrite qui se rassemble localement en agrégats sub-lenticulaires.

Cette succession est interrompue à nouveau par la veine minéralisée, cette fois plus dolomitique que quartzreuse et toujours riche en cuivre (6 % Cu). Aux épontes, les S.D.B. restent pyriteux, mais sont légèrement décolorés et localement affectés par une forte chertification beige et floue.

Au-delà de la veine, c'est une pélite charbonneuse gris-sombre, très faiblement dolomitique qui réapparaît. Elle est très finement et irrégulièrement stratifiée et contient de nombreux petits lits ou lentilles quartzo-dolomitiques et pyriteux blancs qui déforment la stratification. Elle passe très progressivement à une pélite silteuse à gréseuse noire, très charbonneuse, finement stratifiée et à pyrite disséminée. Une myriade de petits nodules quartzo-dolomitiques blancs apparaissent enfin (ph. 4), associés à des pseudomorphes de

gypse en cristaux lancéolés, agrégés en gerbes. Ces pélites sont quartzo-feldspathiques et riches en muscovite. On les identifie sans peine aux S.D.S. de Kimpe à l'Etoile.

S.D.S. (schistes dolomitiques supérieurs)

La roche s'éclaircit assez rapidement en même temps que son contenu en dolomite augmente considérablement. La chlorite en aiguilles réapparaît dans les niveaux les plus dolomitiques associés à quelques figures lancéolées, dolomitisées. La pyrite, peu abondante, est finement disséminée dans la masse de la roche.

Par un contact peu marqué, la dolomie fait place à une pélite dolomitique massive qui passe progressivement à une pélite dolomitique verdâtre à fantômes de sélénites et quelques nodules de pyrite finement cristallisée et, enfin, à une roche finement litée où de fins lits dolomitiques clairs, d'abord dominants, alternent avec une siltite verdâtre dont l'importance croît vers le haut. Cette séquence, épaisse de 3,5 m environ, va se répéter un certain nombre de fois en progressant vers le haut de la stampe. Plus courtes, elles se différencient également par une plus grande abondance de pyrite (certains niveaux atteignent les 10 % en pyrite) et par l'épaisseur relative du niveau dolomitique franc à la base. Ce dernier présente un contact net, souvent boursoufflé, avec les pélites encaissantes. Sa texture est généralement dérangée par la cristallisation de grosses taches nébuleuses (ph. 1) et figures lancéolées (ph. 2) à remplissage de quartz et dolomie grossière. La pyrite y est relativement abondante, en larges cristaux disséminés.

La partie supérieure des S.D.S. est obscurcie par la tectonisation. On y remarque toutefois une tendance à l'augmentation de la phase carbonatée avec certains niveaux qui rappellent, par leur texture, les dolomies de la formation de Kamoto.

Les S.D.S. contiennent également des veines sécantes à remplissage de dolomite grossière et quartz en partie cherteux. La minéralisation en cuivre y est toujours présente avec des teneurs qui oscillent entre 0,25 et 5,5 %. On reconnaît au moins deux générations de minéralisation. Des veines étroites à dolomite et chalcosine sont recoupées et déplacées par de larges veines à dolomite et chalcopryrite, associées à de fines fractures (ph. 3). Quand ces larges veines à chalcopryrite recoupent le litage abondamment et finement pyritisé des S.D.F., ces lits se poursuivent dans la veine, sur quelques millimètres à partir des épontes, selon un alignement marqué par des cristaux subidiomorphes et plus grossiers de pyrite.

Une seule fois, dans le Groupe de Mines de Lubembe, des traces de cuivre ont été observées dans la roche même (base des S.D.S.; fig. 3), hors des veines minéralisées. En fait, cette minéralisation ne s'écarte que de quelques centimètres d'une veine à chalcopryrite. Une fine marge de ce sulfure de cuivre auréole les petits nodules pyriteux ainsi que la pyrite des pseudomorphes de sélénites.

DISCUSSIONS

POSITION DU GROUPE DES MINES DANS LA LITHOSTRATIGRAPHIE DU ROAN SHABIEN

Les observations géologiques de surface et par sondages autour du dôme de la Luina ont montré que les couches appartenant au Roan se succédaient selon un ordre assez constant,

malgré les discontinuités créées par les brèches tectoniques. On observe d'abord un paquet de roches solidaires du soubassement comprenant le Groupe de Kasumbalesa, uniquement présent au Sud-Ouest du dôme de la Luina, la Formation de Mutonda et la Formation de Musoshi en tout (Musoshi, M'baya) ou en partie, enfin à Musoshi seulement, les Formations de Kibalongo et Kanwangungu. Ensuite, une succession de lambeaux stratiformes, séparés par des brèches tectoniques. On reconnaît la Formation de Kibalongo à Kombo, Mwati et Lubembe, tandis que nulle part encore, au cours des prospections actuelles, n'a été encore retrouvée la Formation de Kanwangungu. Dans l'ordre on observe ensuite le Groupe de Kolwezi (Kimpe et peut-être Lubembe), le Groupe des Mines de M'baya à la rivière Luina, tout au long de la bordure nord du dôme de la Luina (fig. 2), ainsi qu'à Lubembe, et enfin les Couches de la Kimfwi que l'on peut corréler vraisemblablement avec le R 3 de François (1973).

Ces derniers lambeaux se retrouvent dans l'ordre qui leur est familier dans le reste de l'Arc cuprifère Shabien. On peut donc raisonnablement supposer que cet ordre, conservé malgré les effets de la tectonisation, correspond à une succession lithostatigraphique normale et qu'aucune corrélation latérale n'est plus possible entre les minéralisations du Groupe des Mines et celles à la base de la Formation de Musoshi (H.M. ou «Ore Shale» des Zambiens).

Nous ne pensons pas que cette constance dans l'ordre de superposition des couches soit le résultat fortuit d'une répétition par charriage. Pour supporter la thèse préconisée par Cailteux (1976) d'une équivalence Groupe des Mines - base de la Formation de Musoshi, on pourrait en effet supposer qu'un charriage de grande ampleur ait superposé des faciès différents d'un même horizon minéralisé. On sait par les exemples illustrés dans les nappes de Kolwezi et Tenke - Fungurume (Demesmaeker *et al.*, 1962) qu'un déplacement de grande amplitude disloque le Groupe des Mines d'une manière beaucoup plus effective que ce qui a été observé au Nord du dôme de la Luina. Cette hypothèse impliquerait d'ailleurs que l'entière du Supergroupe du Kundelungu, observé dans le Sud-Est du Shaba, soit également allochtone, entraînant par rabotage la disparition complète du Kundelungu autochtone. En effet, à l'inverse de ce qui a été décrit à Kolwezi (François, 1973), Kambove (Cailteux, 1984) et l'Etoile (Jamotte, 1938) par exemple, le Kundelungu n'a jamais été observé sous le Groupe des Mines au Sud-Est du Shaba. En attendant que de nouvelles observations viennent compléter les informations sur la

géologie du Shaba, à cette hypothèse faisant intervenir des phénomènes tectoniques exagérément complexes, nous préférons la solution simple d'une succession normale telle qu'elle est proposée dans ce texte.

ENVIRONNEMENT SEDIMENTAIRE DU GROUPE DES MINES

Si l'on accepte pour réelle la position du Groupe des Mines dans le Roan telle qu'elle est observée dans le Sud-Est du Shaba, on remarque que ce groupe occupe une position particulière dans l'évolution du bassin katangien.

L'examen détaillé du Groupe de Kinsenda (Lefebvre, sous presse; Lefebvre & Tshauka, 1986) révèle l'existence d'une large séquence correspondant au passage de détritiques arkosiques grossiers (Fm. de Mutonda) à des dolomies déposées en milieu restreint (Fm. de Kanwangu). Cette séquence de premier ordre est constituée de séquences d'ordre inférieur, de type semblable («fining» - ou «shoaling-upwards» sequences). L'étude en sondage des couches de la Kimfw à Lubembe montre une succession de lithofaciès identiques à ceux de la Formation de Kibalongo mais, cette fois, selon des séquences en ordre inversé («coarsening - upwards» sequences). Entre ces deux tendances opposées, constituant un mégacycle complet, le Groupe des Mines occupe une position singulière correspondant à une phase «transgressive» majeure. Cette situation avait déjà été ressentie lors de l'étude des Groupes des Mines et de Mwashya au centre et à l'Ouest de l'Arc cuprifère shabien (Lefebvre, 1978).

R.A.T. gr.

Les argilites et grès argileux fins de la Formation de Ruashi, déposés en milieu réducteur à énergie moyenne à élevée, ont été interprétés comme le résultat de dépôts sédimentaires en position distale de plaine d'épandage, à un interface mer-continent correspondant au niveau intercotidal peu profond (Lefebvre, 1978). Les R.A.T.gr. de Lubembe sont compatibles avec ce type d'environnement. La présence de matériel arkosique grossier et les figures de ravinement confirment le niveau d'énergie. La taille des grains détritiques (jusqu'à 2 mm) qui est en contraste avec la finesse de la matrice argilitique, leur abondance qui, croissante vers le haut, paraît constituer une séquence du type «coarsening - upwards» et leur accumulation selon une texture sub-lenticulaire, invoquent l'interaction d'un milieu fluviatile et d'un milieu marin marginal où l'influence de la rivière est dominante (Miall, 1976). L'aspect nettement plus grossier des R.A.T. gr. de Lubembe comparé aux autres gisements du Shaba impliquerait, que dans cette

région en particulier, les conditions de semi-aridité invoquées pour la plaine d'épandage supracotidale adjacente (R.A.T. lilas; Lefebvre, 1978) ont pu être tempérées par la présence d'une zone deltaïque active, introduisant dans le système une eau moins salée. Ceci pourrait expliquer la minéralogie particulière de cette formation à Lubembe : l'apport détritique arkosique, exprimé par une augmentation de la teneur en K de la roche, et la baisse de la salinité, traduite par une diminution du Mg, déboucheraient sur un assemblage où la phlogopite domine largement sur la chlorite magnésienne.

D. Strat. et R.S.F.

A Lubembe, ces membres sont assez semblables aux D. Strat. et R.S.F. des autres gisements du Shaba. Le dernier étant toutefois moins silicifié. La disparition soudaine de détritiques grossiers dans les quelques centimètres d'argilite au sommet des R.A.T.gr., l'extrême finesse de la granulométrie des D. Strat. et leur litage plan, seulement perturbé par la croissance de nodules siliceux, la fine rythmicité des R.S.F. invoquent un milieu de dépôts à énergie très basse où les seuls mouvements apparents correspondent à des figures de glissement sur légère pente (texture entérolitiques). La présence de rares sélénites pseudomorphosées militent en faveur d'un milieu pénésalin. Ces caractéristiques sont compatibles avec une sédimentation lacustre ou lagunaire de faible profondeur (Lefebvre, 1978). L'existence dans les roches finement stratifiées d'une superposition de microcycles à caractère régressif, pourraient être l'indice de fluctuations climatiques (alternance de périodes sèches à précipitation de dolomite et humides à sédimentation argileuse).

S.D.

La différence marquante entre les deux membres de la Formation de Fungurume visibles à Lubembe, est l'abondance, dans les S.D.B., de matière carbonneuse dans une roche en général assez peu carbonatée, alors que les S.D.S., d'une pâle couleur gris-vert, ne contiennent presque pas de matière organique et sont assez dolomitiques.

Pour le reste, les deux membres sont constitués de séquences semblables («coarsening-upwards») débutant à la base par des dolomies massives dont le caractère évaporitique est prononcé (cristaux de gypse et taches d'anhydrite totalement remplacés par les quartz, dolomite et pyrite, abondance de grands cristaux de chlorite magnésienne) et passant progressivement vers le haut à des siltites quartz-feldpathiques non dolomitiques. Ces séquences sont de plus en plus courtes en progressant vers le haut de la formation, en

même temps que leur caractère dolomitique devient dominant et que la quantité relative en pyrite augmente. Cette tendance est conservée dans les séquences elles-mêmes où l'on reconnaît le passage progressif de dolomies aux siltites dans les fines laminites, surtout visibles au-dessus de la base dolomitique. On retrouve, en fin de compte, une situation assez semblable à celle observée dans la Formation de Kamoto :

- D. trat., le caractère dolomitique est dominant, la phase détritique n'est présente que dans le fin litage,
- R.S.F., succession de petits cycles dolomie-pélite dolomitique conférant un aspect finement stratifié à la roche,
- S.D.B., une grande séquence où l'apport détritique est dominant,
- S.D.S., succession de séquences dont le caractère dolomitique s'impose nettement vers le haut.

Ces séquences ne correspondent pas à ce que l'on obtiendrait dans une sabkha continentale ou côtière où une évaporation intermittente donne lieu à une série de séquences marquant le passage de sédiments détritiques fins, souvent riches en matière organique, vers des dépôts évaporitiques francs («shoaling-upwards» sequences), Séquences qui correspondent mieux à la succession lithologique des pélites carbonatées, minéralisées en cuivre, des Kupferschiefer d'Europe auxquelles succèdent les dolomies du Zechstein puis les Werra-anhydrites (Rentzsch, 1974).

Dans le Groupe des Mines de Lubembe, en plus de fines variations climatiques correspondant à l'alternance de périodes sèches et humides, les séquences d'ordre supérieur indiquent la persistance de l'influence continentale où la tendance évaporitique dans le lac ou la lagune est étouffée par des apports périodiques d'origine fluviale. Autrement dit, la persistance d'un phénomène qui s'exprimait déjà à un degré plus élevé par la présence de grit arkosique dans la Formation de Ruashi. Cette interprétation est confirmée par les observations effectuées au Nord du dôme de la Luina. A Kimpe, la sédimentation fine des S.D.S. est interrompue à plusieurs reprises par des conglomérats arkosiques. Ces lithosomes conglomératiques à enveloppe d'arkose et pélites grésos-feldspathiques s'épaississent en direction E-N-E où ils coalescent pour former un banc puissant qui occupe la presque totalité de la Formation de Fungurume.

LA MINÉRALISATION DU GROUPE DES MINES

Les sondages à Lubembe, visant à reconnaître une minéralisation en cuivre à la base du Roan,

ont intersecté accidentellement le Groupe des Mines dans les niveaux supérieurs, offrant à l'étude un exemple unique de section dans les corps minéralisés classiques où seule la pyrite est présente. Le fond géochimique en cuivre lui-même est très faible comparé aux horizons réputés stériles dans les gisements en exploitations et les indices minéralisés recoupés par sondages.

La pyrite à Lubembe présente la même distribution que les sulfures de cuivre dans les gisements du District de Lubumbashi (Ruashi, Etoile, Kipapila). C'est-à-dire une plus forte concentration au niveau des R.A.T. gr., tempérée vers le haut de la formation, à Lubembe, par une importante fraction détritique, apparemment défavorable à la mise en place du sulfure. Les sulfures diminuent en importance dès le contact avec la Formation de Kamoto et réapparaissent en quantité plus appréciable dans la partie médiane des S.D.S. Le S.D.B., qui dans le District de Kolwezi ainsi qu'à Kambove, Tenke et Fungurume constituent un corps minéralisé important, ne sont que faiblement minéralisés dans le District de Lubumbashi (max. 1 % cuivre à Kimpe).

Comme les sulfures de cuivre dans les gisements classiques, la pyrite est en général finement disséminée dans la roche. Elle forme des agrégats plus grossièrement cristallisés dans le litage et surtout dans les figures diagénétiques telles les nodules des D. Strat., des S.D.B., et les pseudomorphoses de cristaux sulfatés. Les dolomies à texture perturbée, à la base des séquences «coarsening-upwards» de la Formation de Fungurume, contiennent en général une abondance de pyrite grossière et subidiomorphe. Cette prédilection de la pyrite pour ces figures diagénétiques précoces, pseudomorphosées par la dolomite et le quartz, permet d'invoquer la théorie d'Annels (1974) d'une réduction bactérienne anaérobie des sulfates diagénétiques en sulfures. A la différence toutefois qu'un des produits de cette réaction est la dolomite au lieu de la calcite, impliquant, au cours du remplacement, l'existence d'un milieu nettement plus magnésien (boues dolomitiques imbibées de saumure au lieu de sable argileux arkosique). La genèse de la pyrite à Lubembe est donc complexe. La source de soufre est liée à l'existence d'horizons sélénifères et dépend de conditions favorables à la réduction des sulfates, tandis que le fer, d'origine continentale, est très abondant sous forme d'hématite détritique dans les horizons arkosiques supracôtiaux et en solution dans les eaux continentales qui alimentent sporadiquement la lagune (Bartholomé, 1974).

Ce sulfure de fer n'est ni cuprifère, ni cobaltifère. On n'observe pas d'auréole de sulfures de cuivre autour de la pyrite comme dans

les gisements pauvres, ni d'inclusions de chalcopryrite et/ou de bornite comme dans les occurrences réputées stériles du Groupe des Mines. Bien que l'environnement sédimentaire de ce groupe soit quasi identique à celui des gisements du District de Lubumbashi, même le spectre géochimique des roches ne montre pas d'anomalie particulière en cuivre. Les seules différences, assez subtiles d'ailleurs, que l'on peut déceler entre le Groupe des Mines de Lubembe et celui des gisements de Kimpe ou de l'Etoile, sont :

- une prédominance de la phlogopite sur la chlorite Mg, plus évidente dans les R.A.T. grises qui sont uniformément brun-vert sombre à Lubembe (phlogopite) et vert à vert clair (Chlorite), vert sombre (phlogopite-Chlorite) ou beige (smectite-chlorite) à Kimpe, Ruashi ou l'Etoile;
- l'existence de détritiques arkosiques grossiers dans les R.A.T. grises de Lubembe.

Remarquons également que dans les R.A.T. grises de Ruashi et Kimpe, par exemple, les horizons où la phlogopite se développe davantage, au détriment de la chlorite, sont relativement plus pauvres en cuivre. Les conclusions qui s'imposent à l'énoncé de ces observations sont :

- que la pyrite et le premier sulfure à se former, vraisemblablement au cours d'une phase syndiagénétique (Bartholomé, 1963; Bartholomé *et al.*, 1971),
- qu'elle est remplacée par des sulfures de cuivre et de cobalt au cours d'une phase postérieure qui transforme également la roche hôte,
- que cette transformation à caractère très magnésien est sans doute liée à la circulation de saumures transportant le cuivre sous forme de complexes (Bartholomé, 1974).

Différents mécanismes ont été proposés pour l'origine et la circulation de ces saumures sans qu'un accord général n'ait été réalisé. Ce mécanisme n'a pas fonctionné à Lubembe. Peut-on lier ce mal fonctionnement à l'introduction d'eau douce dans le système, comme semble le suggérer la présence de lithofaciès fluviaux dans les R.A.T. grises, ou s'agit-il simplement que les saumures cuprifères n'aient pas, au cours des phases ultérieures, traversé les roches de Lubembe ?

Le cuivre ne sera introduit que beaucoup plus tard, par un système de veines et fractures recoupant une roche déjà consolidée et imperméable. En effet, on ne peut invoquer des phénomènes de sécrétion latérale à l'origine de ces veines car leur contenu minéralogique n'est

pas exprimé dans la roche. Il n'y a pas de dolomite dans les R.A.T. gr., par exemple, et, d'une manière générale, pas de cuivre dans le Groupe des Mines, alors que les veines sont riches en dolomite et contiennent jusqu'à 6 % Cu. On observe une décoloration de la roche au contact direct de ces veines, ainsi que des métasomatoses localement intenses comme la silicification dans les niveaux supérieurs.

La mise en place de ces veines s'est faite en plusieurs épisodes; une première phase, où la chalcosine domine, est recoupée par des veines à chalcopryrite principalement. Cette observation est intéressante en soi, car elle tend à prouver que, dans les gisements du Shaba, la chalcosine peut être primaire et non essentiellement de cémentation (Cailteux, 1984). On peut observer également, dans un même système de veines, une zonation verticale avec de la dolomite, du quartz et des traces de feldspath à la base et, vers le haut, une prédominance de dolomite associée à une silice de plus en plus chertreuse. Dans la Formation de Ruashi, les veines ne contiennent pas de minéralisation sulfurée. La dolomite est légèrement rougie par une cryptocristallisation d'hématite, tandis que la pyrite disséminée dans les épontes et dans les fragments entraînés par les veines subit une légère oxydation en surface. Au niveau des R.S.F. la veine principale est richement minéralisée en chalcopryrite et traces de bornite. Au sommet de la section, les dernières veines visibles contiennent de la pyrite massive.

Enfin, on observe que ces veines ont été forcées dans la roche comme l'indiquent de nombreuses figures de fracturation et brèchiation. Des fragments anguleux arrachés aux épontes sont nombreux dans la plupart des veines. En tenant compte de ces textures il nous paraît raisonnable de rapporter ces minéralisations cuprifères aux phases tectoniques initiales de l'orogénèse katangienne. En effet, ces veines ne montrent pas de continuité dans les brèches tectoniques au toit et au mur du Groupe des Mines. Brèches qui se sont formées au cours des phases tectoniques principales (plissements intenses et charriage).

CONCLUSIONS

1. Il n'existe pas de corrélation latérale possible entre le Groupe des Mines et l'Horizon Minéralisé à la base de la Formation de Musoshi. («Ore Shale» des Zambiens).
2. Avec l'observation du Groupe des Mines à Lubembe, on sait à présent que ce groupe a

une extension de plus de 400 km le long de l'Arc cuprifère shabien. Rien n'empêche de croire que cette extension se poursuit au-delà de la frontière, peut-être jusqu'à Mufulira où une nouvelle zone minéralisée en Cu et Co a été découverte dans le Roan supérieur (Fleischer *et al.*, 1976) à un niveau qui pourrait être celui du Groupe des Mines.

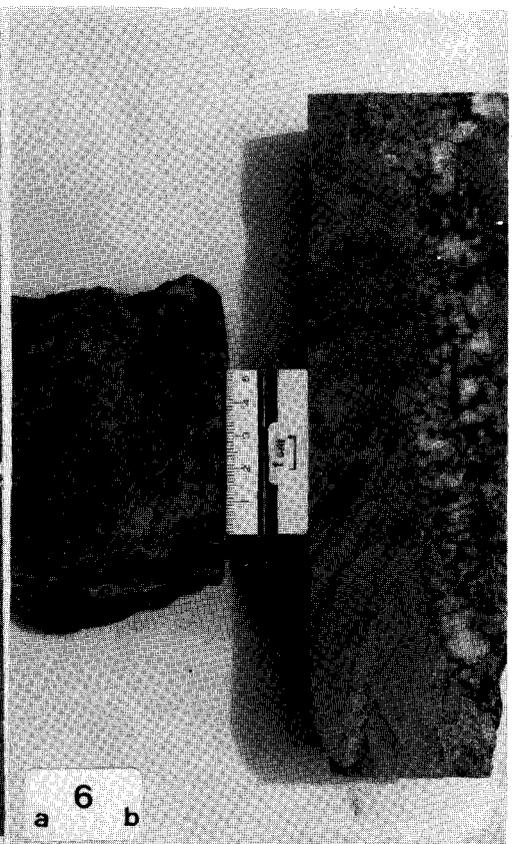
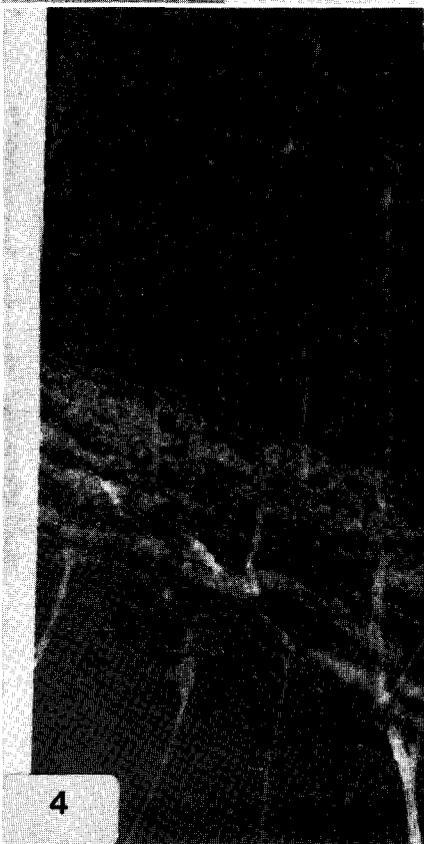
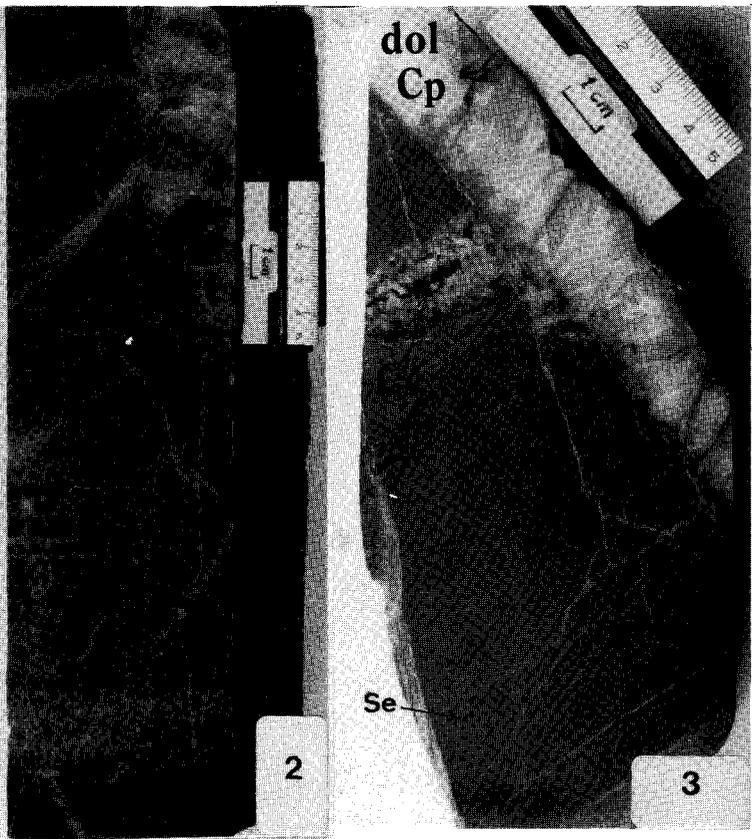
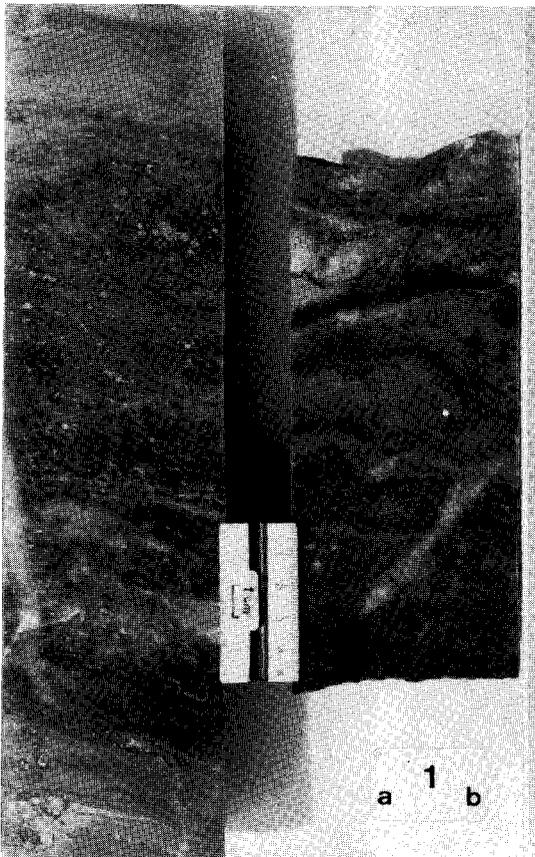
3. Au Groupe des Mines s'associent des lithofaciès lagunaires qui correspondent à une transgression majeure coiffant le Groupe de Kinsenda.
4. Dans le Groupe des Mines de Lubembe et, plus particulièrement encore, au Nord du dôme de la Luina, on reconnaît un environnement lagunaire du type pénésalin où la tendance dolomitique dominante est atténuée au niveau de la Formation de Fungurume par des apports détritiques liés à la progradation de lithofaciès fluviatiles. Cette influence est également manifeste dans la Formation de Ruashi à Lubembe.
5. La minéralisation dans le Groupe des Mines au Nord du dôme de la Luina s'apparente au type «District de Lubumbashi»; c'est-à-dire des taches minéralisées en cuivre et cobalt bien circonscrites et de petite dimension où

les teneurs n'atteignent des valeurs économiques ($> 2\%$ Cu) que dans la Formation de Ruashi.

6. La minéralisation stratiforme de Lubembe est essentiellement composée de pyrite ne contenant ni cuivre, ni cobalt. Cette pyrite présente une texture et une distribution semblables à celles des minéralisations en Cu sulfuré des gisements du District de Lubumbashi. Notamment une concentration maximale au niveau de la Formation de Ruashi, une fine distribution dans l'ensemble des roches avec une prédilection pour les figures et niveaux à caractère évaporitique.
7. Cette importante cristallisation de la pyrite est vraisemblablement d'origine syn-diagénétique, le fer trouvant sa source sur le continent et le soufre provenant de la réduction des sulfates.
8. La riche minéralisation en Cu dans le Groupe des Mines à Lubembe est confinée dans un réseau complexe de fractures, probablement syn-tectoniques précoces. On y reconnaît une certaine zonation le long de la section avec des traces d'hématite à la base, de la chalcopryrite surtout dans la partie médiane et de la pyrite massive au sommet.

PLANCHE 1

1. Fm. de Fungurume, S.D.S. Niveaux dolomitiques à la base des séquences «coarsening-upwards». On remarque l'aspect perturbé de ces dolomites. Les larges taches blanches et floues pourraient correspondre à la pseudomorphose d'anhydrite par le quartz et la dolomite. Dans ces niveaux, la pyrite est très abondante.
2. Fm. de Fungurume, S.D.S. Mince niveau dolomitique à la base d'une séquence «coarsening-upwards». La dolomite et les marnes qui lui sont superposées sont constellées de petits cristaux à section rectangulaire correspondant à de l'anhydrite pseudomorphosé, assez riche en pyrite.
3. Fm. de Fungurume, S.D.S. Veine à dolomite et chalcopryrite (dol, Cp) recoupant et déplaçant une veine à chalcosine (Cc). La roche est une pélite faiblement dolomitique, à pyrite finement disséminée dans la roche ou en agrégat dans les petites figures sombres correspondant à des pseudomorphoses de sélénites (Se).
4. Fm. de Fungurume, S.D.B. Pélite dolomitique sombre à petits nodules quartzo-dolomitiques faiblement minéralisés en pyrite en périphérie.
5. Passage de la Fm. de Kamoto à la Fm. de Fungurume. Sommet des R.S.F. Roche finement litée, formée d'une succession de petites séquences irrégulières marquant le passage de dolomies pyriteuses à des pélites charboneuses.
6. Formation de Kamoto, R.S.F. A) Roche siliceuse feuilletée typique. B) R.S.F. contournée, fracturée et recoupée par une veine à cristallisation grossière de dolomite (en blanc) et de sulfure de Cu (en sombre).



9. Il résulte des premières observations dans la partie sud-orientale du Shaba que la minéralisation dans le Groupe des Mines correspondrait à une métallogénie complexe où l'on distingue au moins trois phases successives :

- une minéralisation pyriteuse syn-diagenétique stratiforme,
- une minéralisation cupro-cobaltifère qui se substitue à la pyrite avec transformation de la roche; le mécanisme de cette minéralisation n'est pas encore bien compris et n'a pas fonctionné à Lubembe,
- une minéralisation cuprifère épigénétique syn-tectonique.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les Directions Générales de Phillips Barrat Kaiser à Vancouver (Canada) et de la Sodimiza Lubumbashi (Zaïre) d'avoir permis la publication de ce travail et plus particulièrement Messieurs Akerley J. et Ronse L. pour leur aide et nombreux encouragements. Nous remercions également Madame Lemaire qui a assuré la dactylographie du texte.

BIBLIOGRAPHIE

- ANNELS, A.E., 1974.- Some aspects of the stratiform ore deposits of the Zambian Copperbelt and their genetic significance. *In* : Cent. Soc. géol. Belg., Gisements stratiformes et Provinces cuprifères, Bartholomé, P., éd., Liège : 235-254.
- BARTHOLOME, P., 1963.- Les minerais cupro-cobaltifères de Kamoto (Katanga ouest). I. Pétrographie. II. Paragenèse. *Studia Universitatis «Lovanium»*, Fac. Sc. (Kinshasa), 14 : 40.
- BARTHOLOME, P., 1974.- On the diagenetic formation of ores in sedimentary beds, with special reference to Kamoto, Zaïre. *In* : Cent. Soc. géol. Belg., Gisements stratiformes et Provinces cuprifères, Bartholomé, P., éd., Liège : 203-213.
- BARTHOLOME, P., EVRARD, P., KATEKESHA, F., LOPEZ-RUIZ, J. & NGONGO, M., 1971.- Diagenetic ore-forming processes at Kamoto, Katanga, Republic of the Congo. *In* : Ore in Sediments, G.C. Amstutz and A.J. Bernard, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York : 21-41.
- BINDA, P.L. & MULGREW, J.R., 1974.- Stratigraphy of copper occurrences in the Zambian Copperbelt. *In* : Cent. Soc. géol. Belg., Gisements stratiformes et Provinces cuprifères, Bartholomé, P., éd., Liège : 215-233.
- CAHEN, L., 1974.- Geological background to the copper-bearing strata of Southern Shaba (Zaïre). *In* : Cent. Soc. géol. Belg., Gisements stratiformes et Provinces cuprifères, Bartholomé, P., éd., Liège : 57-77.
- CAHEN, L., SNELLING, N.J., DELHAL, J., VAIL, J.R., BONHOMME, M. & LEDENT, D., 1984.- The Geochronology and Evolution of Africa. Clarendon Press, Oxford; The Irumide province of Zambia, the Zambezi belt and the Lufilian arc : 113-134.
- CAILTEUX, J., 1976.- Corrélation stratigraphique des sédiments d'âge Roan du Shaba et de Zambie. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 99 : 31-45.
- CAILTEUX, J., 1984.- Le Roan Shabien dans la région de Kambove (Shaba-Zaïre). Etude sédimentologique et métallogénique - Thèse de Doctorat, Liège, non publiée.
- CAILTEUX, J. & LEFEBVRE, J.J., 1975.- Stratigraphie et minéralisations du gisement cuprifère de Kipapila, Shaba, Zaïre. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 98 : 317-330.
- DEMESMAEKER, G., FRANÇOIS, A. & OOSTERBOSCH, R., 1962.- La tectonique des gisements cuprifères stratiformes du Katanga. *In* : Gisements stratiformes de cuivre en Afrique, 2^e part., L. Lombard et P. Nicolini eds., A.S.G.A., Paris, 1963 : 47-115.
- FLEISCHER, V.D., GARLICK, W.G. & HALDANE, R., 1976.- Geology of the Zambian Copperbelt. *In* : Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits. II Regional studies and specific deposits. vol. 6, Cu, Zn, Pb and Ag deposits. K.H. Wolf, ed. Elsevier Sc. Pub. Co. : 223-352.
- FRANÇOIS, A., 1973.- L'extrémité occidentale de l'Arc cuprifère shabien. Etude géologique. Gécamines, Likasi, Shaba, Zaïre : 120.
- FRANÇOIS, A., 1974.- Stratigraphie, tectonique et minéralisations dans l'Arc cuprifère du Shaba (Rép. du Zaïre). *In* : Cent. Soc. géol. Belg., Gisements stratiformes et Provinces cuprifères, Bartholomé, P., éd., Liège : 79-101.
- FRANÇOIS, A. & OOSTERBOSCH, R., 1968.- Etudes géologiques récentes dans le Katanga méridional. *In* : A.S.G.A., Progrès dans la connaissance géologique des pays africains. Réunion Prague, 1968 : 11.
- JAMOTTE, A., 1938.- Sur la stratigraphie, la lithologie et la structure du gisement cuprifère de l'Etoile du Congo. *Ann. Serv. Mines, C.S.K.*, IX : 80-103.
- LEFEBVRE, J.J., 1975.- Les roches ignées dans le Katangien du Shaba (Zaïre). Le district du cuivre. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 98 : 47-73.
- LEFEBVRE, J.J., 1978.- Le Groupe de Mwashya. Mégacyclothème terminal du Roan. I. Approche lithostratigraphique et étude de l'environnement sédimentaire. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 101 : 209-225.
- LEFEBVRE, J.J. & TSHAUKA, T., 1986.- Altérations associées à la minéralisation uranifère de Musoshi (Shaba, Zaïre). *Ann. Mus. roy. Afr. centr.*, in-8°, Sci. géol., 92 : 63.
- MENDELSONN, F., 1961.- The geology of the Northern Rhodesian Copperbelt. London, Macdonald and Co. : 523.
- MIALL, A.D., 1976.- Sedimentary structures and paleocurrents in a Tertiary deltaic succession, Northern Banks Basin, Arctic Canada. *Can. Jour. Earth Sci.* 13 : 1422-1432.
- OOSTERBOSCH, R., 1950.- La Série des Mines dans le Polygone de Fungurume. *Comm. 50^e ann.*, C.S.K., Bruxelles, 14 : 1-21.
- OOSTERBOSCH, R., 1962.- Les minéralisations dans le système de Roan au Katanga. *In* : Lombard, J. et Nicolini, P., eds., Gisements stratiformes de cuivre en Afrique. Paris, *Ass. Serv. géol.* : 71-136.
- RENTZSCH, J., 1974.- The Kupferschiefer in comparison with the deposits of the Zambian Copperbelt. *In* : Cent. Soc. géol. Belg., Gisements stratiformes et Provinces cuprifères, Bartholomé, P., éd., Liège : 395-418.
- VOET, H.W. & FREEMAN, P.V., 1972.- Copper orebodies in the basal Lower Roan metasediments of the Chingola open pit area, Zambian Copperbelt. *Geol. en Mijnbouw*, 51 (3) : 299-308.

PLANCHE 2

7. Fm. de Kamoto, passage D. Str.-R.S.F. A) Dolomie argileuse stratifiée, à texture entérolithique, passant vers le haut à des figures stromatolitiques mal développées. B) Dolomie argileuse à stratification irrégulière.
8. Fm. de Kamoto, D. Str. Dolomie à nodules siliceux caractéristiques.
9. Fm. de Ruashi, R.A.T. gr. A) Argilite massive, dolomitique, au sommet de la formation. B) Texture sub-lenticulaire, formée de matériel arkosique hétérogranulaire dans une argilite sombre.
10. Fm. de Ruashi, brèche de R.A.T. gr. A) Laminage tectonique dans les argilites. B) Fragments d'argilite en sombre, empâtés dans une masse blanchâtre, quartzo-dolomitique.

