

A PROPOS DE L'EXISTENCE D'UN "WILDFLYSCH KATANGIEN"¹

par

J.-J. LEFEBVRE²

(3 figures et 1 planche)

RESUME.— Les arguments avancés pour une nouvelle interprétation de la brèche de Roan dans la Copperbelt zairoise sont analysés et discutés. Parallèlement à cette analyse, la découverte et les descriptions récentes de brèches analogues formées dans des roches protérozoïques du Nord-Ouest canadien servent de référence à la discussion. La plupart des observations et raisonnements qui découlent de cette analyse se portent en faux contre l'existence d'un "wildflysch" katangien; les théories antérieures qui assignaient à la brèche de Roan une origine tectonique post-sédimentaire sont conservées et intégrées dans une tentative de synthèse qui recouvre l'histoire géologique du Roan au Shaba et l'origine de sa minéralisation.

ABSTRACT.— Arguments in favour of a new interpretation of the Roan breccia in the Zairian Copperbelt is analyzed and discussed. Correlatively with this analysis, recent observations and descriptions of similar breccias occurring in Proterozoic rocks of the Northwest and Yukon Territories, Canada, will serve as a frame of reference in support of the debate. The greatest part of the resultant observations and comments refuse to grant the validity of a katangian "wildflysch". The former theories that ascribed to the Roan breccia a post sedimentary tectonic origin are maintained and incorporated in an attempted synopsis of the Shaba Roan geological history and of the origin of the mineralization.

Une nouvelle interprétation des "brèches" du Shaba a été récemment proposée (GRUJENSCHI, 1978); elle s'oppose à leur origine tectonique telle qu'elle avait été défendue par les géologues miniers (DERRIKS & OOSTERBOSCH, 1958; DEMESMAEKER *in* MENDELSON, 1961; DEMESMAEKER *et al.*, 1962; FRANCOIS, 1973 et 1974). Une meilleure connaissance de l'origine de ces "brèches", dans lesquelles sont emballées les "écailles" ou fragments de Roan parfois minéralisés et de dimension très variable, a son importance dans la compréhension des phénomènes liés aux minéralisations (BARTHOLOME *et al.*, 1972) et pourrait avoir d'importantes implications dans les méthodes de prospection de futurs gisements. Or, il semble que la nouvelle interprétation qui nous est proposée ne paraît pas s'accorder avec certaines observations que l'on peut faire dans les gisements en exploitation. Le but de cette note consistera donc à reprendre point par point les arguments en faveur du "Wyldflysch katangien" et d'en discuter leur validité.

I. (1)

Nous ne pensons pas comme le professeur GRUJENSCHI "que la puissante entité lithologique de type brèche ne trouve pas d'équivalent stratigraphique

dans le Copperbelt zambien". Si aucune brèche n'a été, en effet, décrite au niveau du Lower Roan zambien, il en existe au niveau du Upper Roan à Mufulira (BRANDT *et al.* *in* MENDELSON, 1961; MAREE, 1962), Chibuluma (WHITE, 1971) et Baluba (WINFIELD, LEE-POTTER *in* MENDELSON, 1961), Mokambo et Mutundu North (CHOLAJDA *in* MENDELSON, 1961). De fréquentes occurrences de "conglomérats" ont été décrites tant dans le Upper Roan que dans le Mwashya appartenant à d'autres gisements zambiens tels Bancroft, Nkana et Chambisi (MENDELSON, 1961). Ces conglomérats ressemblent, par les descriptions qui en ont été données (JORDAN *in* MENDELSON, 1961) aux brèches du Shaba quand les fragments en sont arrondis et de petite dimension. Il est probable que l'extension de ces brèches en Zambie soit plus générale qu'on le pense d'ordinaire; en fait, très peu d'études sur les horizons supérieurs au Lower Roan y ont été publiées.

1 Communication reçue le 7 janvier 1980.

2 Umex Corp. Ltd. 1935 Leslie St., Don Mills M3B 2M3 Toronto, Ontario, Canada.

(1) La division et la numérotation de ce texte sont en parallèle de celles qui figurent dans le travail du professeur C. GRUJENSCHI (1978).

II.1.

La brèche du Shaba est composée de tous les constituants du Roan. Les fragments de grande dimension (supérieur au m.) sont en majorité formés de successions dolomitiques ou de masses gréseuses appartenant à un milieu oxydant ou réducteur. Les fragments de petite dimension (inférieurs au dm.) sont surtout constitués de sillites plus ou moins dolomitiques appartenant à un environnement oxydant. Cette loi est bien sûr statistique et peut souffrir quelques exceptions.

C'est à partir de cette observation, entre autres, qu'a été suggérée l'hypothèse d'horizons incompetents (siltites des R.A.T. lilas et R.G.S.) entraînant lors de leur fragmentation intime de grands débris de matériel compétent (DEMESMAEKER *et al.*, 1962).

Il est assez hasardeux d'affirmer que la brèche n'affecte pas les couches supérieures du Roan, ni celles du Supergroupe du Kundelungu. Le contact à la partie supérieure de la brèche est extrêmement irrégulier. La bréchification peut laisser intacte la totalité du groupe de Mwashya, ainsi qu'à Shituru, comme elle peut affecter des couches de plus en plus supérieures jusqu'à faire disparaître toutes celles situées sous les oolites noires (anticlinal de Kakanda). Il est même probable que le phénomène puisse être plus intense si l'on sait que le "Grand Conglomérat du Kundelungu", lui-même, forme des blocs de grande dimension dans les brèches de Tilwezembe, par exemple (FRANCOIS, 1973). Dans l'anticlinal de Kibamba, au sud-est de l'anticlinal de Menda, la presque totalité du Kundelungu inférieur est présente dans la brèche sous forme de fragments kilométriques mêlés aux "écailles" de Roan (LEFEBVRE, 1971).

La distinction entre R.A.T. lilas et R.G.S. est, en effet, souvent arbitraire car il s'agit de roches appartenant à un même environnement sédimentaire (LEFEBVRE, 1978). On a tenté de les distinguer par la composition de leur phase argileuse; les R.A.T. étant chloriteuses et les R.G.S. phengitiques (OOSTERBOSCH, 1960). Il semble à présent très probable que la chloritisation soit secondaire et affecte les roches à tous les niveaux du Roan, principalement à proximité des zones minéralisées.

II.2.

S'il existe, en effet, des variations latérales de faciès au sein du Groupe des Mines (FRANCOIS, 1973), elles paraissent mineures en regard de la remarquable et parfaite continuité des couches que l'on peut corréler sans peine de la région de Kolwezi à celle de Lubumbashi.

II.3.

La nature sédimentaire du conglomérat, décrit par BARTHOLOME *et al.* (1972) à Kamoto, est loin d'avoir été acceptée par l'unanimité des géologues miniers qui ont pu l'observer en place. Cette interprétation a été battue en "brèche" par FRANCOIS (1973) et parmi les arguments les plus marquants qu'il fait valoir, il faut retenir :

- que le "conglomérat" est composé à la base d'éléments provenant de couches qu'il recouvre, alors qu'à son sommet, il est composé d'éléments provenant de couches qui le recouvrent;
- que la brèche prend une allure conglomératique à proximité des "écailles" et plus particulièrement dans les zones coincées entre deux gros fragments, résultant en une bande de poudingue perpendiculaire aux couches.

II.4.

Il est tout à fait exact "d'affirmer que la fragmentation" des roches compétentes "a été réalisée par des fractures de tension et peut-être jamais par des fractures de cisaillement". Si les roches du type R.A.T. et R.G.S. ont bien les propriétés rhéologiques qu'on leur accorde, on peut concevoir que la plus grande partie des forces développées au cours des plissements a pu être absorbée par les couches relativement plus plastiques, les roches compétentes n'étant surtout affectées que par des effets de dislocation et de déplacement.

II.5.

Qu'il n'y ait aucune liaison entre les plissements des "écailles" du Groupe des Mines et leur fragmentation ne nous paraît, par contre, pas du tout évident. Au contraire, il est fréquent que la fracturation des "écailles" se localise dans l'axe des plissements les plus intenses et résulte clairement d'une rupture à la limite d'élasticité (synclinaux Long-Kakifulwe et Lului à Kolwezi; FRANCOIS, 1973).

II.6.

Il est possible d'observer des fragments de Roan dolomitique ou gréseux, n'appartenant pas tous au Groupe des Mines, dont l'axe de plissement s'aligne parfaitement sur ceux du Kundelungu. S'il est toutefois exact que ces observations ne soient pas générales, ceci n'est pas surprenant dans l'hypothèse d'une tectonique en milieu plastique. Dans ce type de déformation, avec injection forcée du matériel dans des zones

pincées, les fragments entraînés dans la matière incompetenté répondent à un jeu de forces secondaires, parallèles aux directions d'écoulement fluidal, mais pas nécessairement perpendiculaires aux forces primaires.

II.7.

Si on considère l'ensemble des débris qui figurent dans les brèches de Roan, il est faux de prétendre qu'il existe une distribution de ces débris en fonction de leur dimension. On trouve tout aussi bien de grands fragments dans l'anticlinal de Mwadingusha au nord que dans celui de Kibamba au sud de l'arc cuprifère, de la même manière que dans la nappe de Kolwezi ou Tenke-Fungurume. Si on s'en tient aux seuls fragments rapportés au Groupe des Mines par les géologues miniers, il semble, en effet, que les fragments observés dans les districts de Kolwezi et Tenke-Fungurume soient de plus grande taille relativement à ceux, plus rares, qui ont été décrits dans les régions plus septentrionales. Toutefois, au sud de l'arc cuprifère (au sud d'une ligne passant par Lupoto, Shinkolobwe, Kalongwe), ces fragments se font tout aussi rares et modestes et paraissent même disparaître complètement quand on progresse davantage vers le sud.

II.8.

Il ne nous paraît pas justifié de distinguer les dolérites intrusives dans le Roan des dolérites en blocs et éléments qui figurent dans la brèche. Les unes et les autres résultent d'un même phénomène magmatique, assez uniforme dans l'ensemble de la Copperbelt centrafricaine. Il s'agit toujours de sills basiques intrusifs dans les grès, siltites et dolomies du Roan. Si une telle intrusion se met en place dans des siltites incompetentes, la fragmentation tectonique se fera plus particulièrement au détriment de ces dernières, laissant flotter dans une masse finement broyée des noyaux résistants essentiellement composés de la roche intrusive et de son auréole de recristallisation.

L'apparente diversité de ces roches magmatiques résulte de degrés divers du métamorphisme (prehnite-pumpellyite à Gombela, chlorite et actinote à Kakonge, hornblende et biotite à Kipushi) et d'altérations antémétamorphiques (albitisations et microclinisations diagenétiques; chloritisations hydrothermales à Dikuluwe et Mashamba Ouest).

II.9

Les derniers arguments avancés par GRUJENSKI (1978) en faveur d'une origine sédimentaire de la brèche de Roan s'appuient sur l'observation selon laquelle les

structures de pression dans les éléments ne sont pas générales et que l'indice d'arrondi de ces fragments est trop remarquablement développé pour s'accorder à une origine tectonique.

Ces structures de pression sont fort bien représentées par de nombreuses figures de dislocation partielle des éléments et l'abondance de fines fractures à remplissage de quartz, dolomite et hématite. Le phénomène est en fait à ce point généralisé qu'il ne peut échapper à un oeil averti. Il n'est toutefois pas systématique mais l'absence des marques de ce phénomène semble très souvent liée à des zones de recristallisation intense, notamment du quartz et de la dolomite.

Enfin, l'existence de brèches à éléments arrondis ou pseudo-conglomérat n'implique pas nécessairement une origine sédimentaire. De telles brèches ont déjà été décrites à plusieurs reprises dans le monde (FARMIN, 1934 ; BOWES & WRIGHT, 1961 ; REINHARDT, 1972 ; LAZNICKA & EDWARDS, 1979). Toutefois, les exemples du nord-ouest canadien offrent un intérêt particulier par la ressemblance, l'identité presque, qu'ils présentent avec la géologie du Roan, son environnement sédimentaire (red-béds et dolomies intertidales), les minéralisations associées (Cu, Co et U), les intenses metasomatoses sodiques et potassiques, un volcanisme modéré à prédominance pyroclastique, sous-aquatique, et développement hypo-volcanique important, surtout basique, l'âge enfin (protérozoïque moyen et terminal). Les principales occurrences de ce type de brèche au Canada sont localisées dans les Territoires du Nord-Ouest (district de Mackenzie) et au Yukon.

L'AULACOGENE D'ATHAPUSCOW

Les brèches et pseudo-conglomérats hétérolitiques de l'extension est du lac Great Slave (district de Mackenzie) recourent et s'injectent (Pl. 1 : 1) à la base du Groupe Sosan au détriment duquel ils ont été formés (REINHARDT, 1972). On y observe de larges blocs (jusqu'à 100 m) de dolomies stratifiées ou stromatolitiques ou de siltites bordeau, débités selon des plans parallèles et perpendiculaires à la stratification. Ces blocs flottent dans une brèche à fragments anguleux ou parfaitement arrondis (Pl. 1 : 2) de composition diverse, tels des grès subarkosiques roses, des grès quartziques hématitiques, des dolomies stromatolitiques et, plus rarement, des andésites altérées. Le ciment est formé de l'assemblage quart-microcline-carbonate et est interprété par REINHARDT comme le résultat du broyage de fragments granitiques et d'une altération hydrothermale simultanée à la formation de la brèche.

Il nous paraît toutefois peu vraisemblable que le granite, plus résistant que les autres composants lithologiques, ait été davantage affecté par la comminution que les dolomites ou les siltites par exemple. Ce ciment est le même que celui que l'on peut observer dans les brèches du Roan. Au Shaba, microcline et albite (quartz et dolomite) sont attribués à l'action d'une diagenèse allochimique sur un matériel très réactif, comme pourrait l'être par exemple du matériel zéolitique d'origine volcanique (LEFEBVRE, 1976). Ce phénomène peut être catalysé par des conditions de salinité élevée (IIJIMA & HAY, 1968) que le bassin katangien a vraisemblablement connues.

Les pseudo-conglomérats du groupe Sosan ne présentent pas de figures de stratification, mais souvent une très grossière foliation fréquemment parallèle aux surfaces des fragments de plus grande dimension. REINHARDT attribue cette texture à l'attrition et au fluage résultant de phénomènes de compression. Il écrit : "Probably the most convincing arguments against a sedimentary origin of pseudoconglomerate is its irregular distribution coupled with apparent cross-cutting and intrusive relations".

LE BASSIN DE KILOHIGOK

Des roches très semblables affleurent au sud-est du golfe Coronation (Bathurst Inlet, district de Mackenzie). Ces roches font partie du Groupe Goulburn, équivalent probable du Groupe Sosan, dans lequel sont décrits des redbeds et des dépôts carbonatés et stromatolitiques d'eau peu profonde. Au sein des roches rouges, CAMPBELL & CECILE (1976) décrivent un olitostrome de 70 à 200 m d'épaisseur formé au détriment de roches argileuses et carbonatées appartenant au même niveau stratigraphique. Cet olitostrome et les membres qui l'enserrent sont eux-mêmes recoupés par des pipes et dykes de brèches à texture fluidale et à composition semblable à celle de l'olitostrome. Il semble difficile de distinguer ces pipes de l'olitostrome ; en effet, elles étaient naguère encore confondues avec des chenaux (CAMPBELL & CECILE, 1975) et l'on peut lire dans leurs descriptions que : "... Expansion of these breccia complexes at the stratigraphic level of the olitostrome resulted in the incorporation of a considerable volume of slump breccia material into these younger breccia complexes". (CAMPBELL & CECILE, 1976).

LES WERNECKE MOUNTAINS

Des brèches protérozoïques associées à des roches

détritiques rouges et dolomitiques et à fréquentes minéralisations en Cu, Co et U (Brannerite; BELL, 1978) affleurent dans les chaînes montagneuses de l'est du Yukon (Wernecke Supergroup). Ces brèches sont remarquablement semblables aux brèches du Roan (Pl. 1 : 3) ; BELL & DELANEY (1977) et LAZNICKA & EDWARDS (1979), en donnent une description complète et insistent sur l'existence de métasomatismes profonds où interviennent des cristallisations spectaculaires d'albite, chlorite, quartz, dolomite, hématite en plus de mica. La minéralisation en Cu et Co (U, Mo et barytine) est associée aux brèches, au métasomatisme, aux intrusions dioritiques dans un schéma de type Cuivre-Porphyre (LAZNICKA & EDWARDS, 1979) ou de type diatrème (BELL, 1978). Les brèches sont considérées comme liées à des failles préexistantes, recoupant la stratification et présentant, au cours de développements ultérieurs, des extensions latérales du type brèche concordantes. LAZNICKA & EDWARDS reconnaissent que ces extensions latérales et les textures que l'on y observe (figures de glissement, de flamme, micro-déplacements, etc ...) rendent difficile leur distinction avec des brèches intra-formationnelles concordantes et des brèches résultant de ruptures au sein de rythmites à couches de compacité différente observées dans leur voisinage immédiat.

LES OLGIVIE MOUNTAINS

La chaîne méridionale des Olgivie Mountains (Yukon, proche des frontières de l'Alaska) correspond à l'extension ouest des Wernecke Mountains. La géologie du Protérozoïque est très semblable à celle du Wernecke Supergroupe à la différence, peut-être, que les brèches y sont plus abondantes. Les roches appartiennent tantôt à un environnement continental, semi-aride, représenté par des grès dolomitiques à hématite, des dolomies impures à microcline et des siltites bordeaux albitiques ou microcliniques, très riches en oxyde de fer et à nombreux moules de cristaux de halite, tantôt à un environnement lagunaire caractérisé par des dolomies grises, localement tuffacées, des roches siliceuses et feuilletées sombres contenant de petits nodules siliceux, minéralisés en cuivre, des schistes et grès carbonés et des grès chloriteux dolomitiques. Une dernière famille de roches communes à la région est probablement d'affiliation volcanique et comporte des jaspes multicolores, des lits hématitiques, des roches vertes ou rougeâtres, souvent profondément silicifiées, finement et irrégulièrement stratifiées, qui s'apparentent

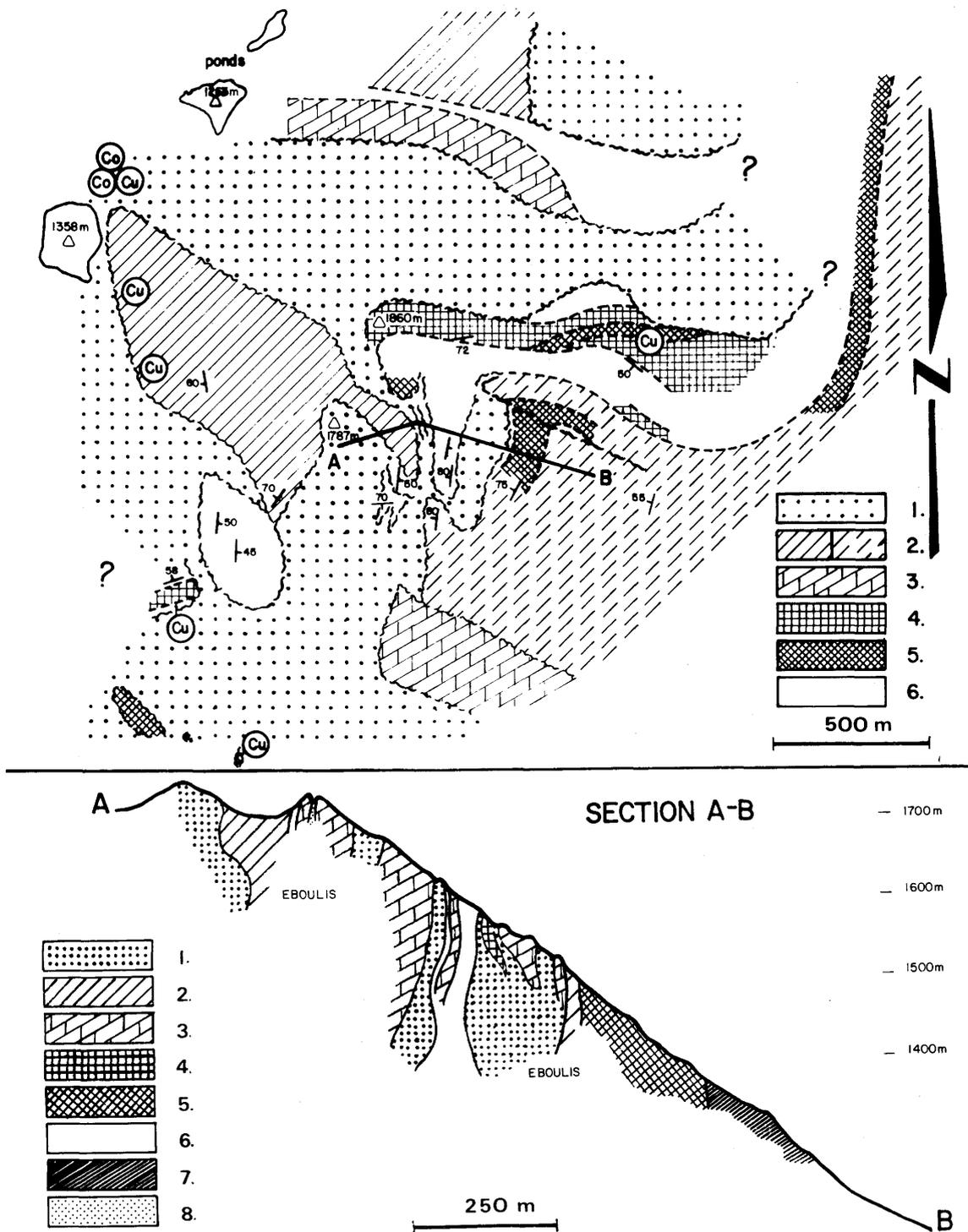


Figure 1.- Zone méridionale de la chaîne Olgivie, Yukon. Région à l'ouest des sources de la rivière Monster (20 km au NNE du Mt. Harper). Point culminant : $64^{\circ}50'45''$ N - $139^{\circ}42'41''$ W - 1860 m. Le plan géologique, dans la partie supérieure de la figure, a été réinterprété d'après les levés de R.S. TOLBERT (1977). La section A-B, dans la partie inférieure de la figure, décrit le flanc sud d'une crête de montagne (LEFEBVRE, 1977). Légende : 1 : brèche hétérolitique ; 2 : shales et siltites noirs ; 3 : dolomies impures ; 4 : siltites oligistifères, localement dolomitiques ; 5 : spilites ; 6 : argillites et tufs siliceux, jaspes et jasperoïdes multicolores ; 7 : grès quartzique ; 8 : syenite albitique ; Cu : minéralisations en cuivre ; Co : minéralisations en cobalt (cobaltite).

à de fines accumulations de cendres volcaniques, enfin des intrusions et épanchements de spilites et de microclinites ou albitites dont certaines ont conservé une texture vitroclastique. D'une manière assez systématique, ces différentes lithologies forment de grands blocs ou de larges fragments (jusqu'à 1 km), noyés dans un pseudo-conglomérat composé de siltites hématitiques, de dolomies siliceuses, de jaspes et plus rarement de roches volcaniques (fig. 1). Le ciment de cette brèche est dolomitique, siliceux ou presque essentiellement oligistifère. A proximité des larges fragments, la brèche s'enrichit en éléments formés au détriment de ces masses et quelque soit leur lithologie. Le plus souvent, on observe des fragments anguleux à proximité des dolomies et des éléments parfaitement arrondis dans le voisinage des siltites hématitiques plus tendres (Pl. 1 : 3).

Il ne semble pas y avoir, comme le suggèrent LAZNICKA & EDWARDS (1979) pour les Wernecke Mountains, de relations strictes entre les silicifications, dolomitisations, microclinisations ou albitisations et la minéralisation cuprifère et cobaltifère. Une même dolomie impure, massive, rose, peut être minéralisée en hématite ou contenir de nombreuses mouchetures de pyrite et chalcoppyrite. Dans le premier cas, elle contient tantôt du quartz et du microcline, tantôt du quartz et de l'albite, tantôt encore un assemblage des trois minéraux. Cette dolomie minéralisée en chalcoppyrite (bornite) contient le plus souvent du quartz, rarement accompagné de microcline. On a retrouvé, dispersés dans une brèche à ciment d'hématite presque pure, des éléments de cette dolomie minéralisés en chalcoppyrite à côté d'éléments semblables à mouchetures d'hématite. Ce genre d'observation tend à montrer que la minéralisation cuprifère précède la bréchification et n'est pas nécessairement liée à un hydrothermalisme responsable d'apports considérables en fer oxydé (BELL, 1978).

Une interprétation schématique de la tectonique (fig. 1 et 2) semble indiquer un phénomène semblable à celui décrit au Shaba (DEMESMAEKER *et al.*, 1962). Les siltites rouges à sélénites paraissent jouer le rôle de zone de faiblesse (Pl. 1 : 4) responsable de la désolidarisation ultérieure des ensembles de couches compétentes (shales et grès carbonés, roches dolomitiques ou siliceuses). Les intrusions de diorite ou gabbro albitiques, que l'on observe recoupant les larges pans de roches, ne se continuent pas dans la brèche. Elles précèdent donc la fracturation; on les retrouve d'ailleurs à l'état de fragments isolés, dispersés dans la brèche non affectée par un métamorphisme de contact.

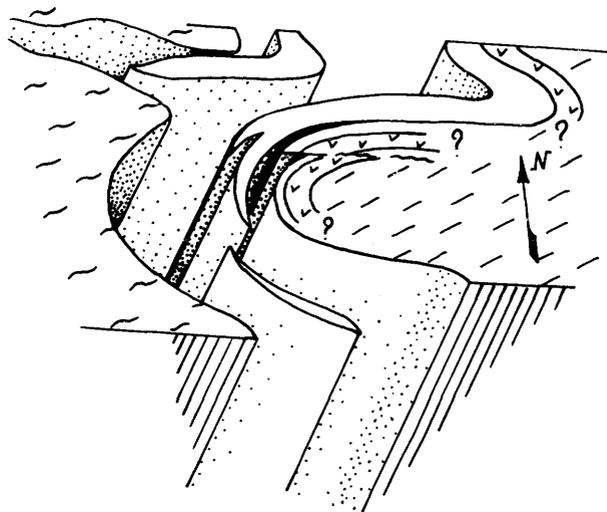


Figure 2.- Reconstitution schématique de la structure tectonique de la fig. 1. Les parties du bloc diagramme laissées en creux correspondent aux brèches tectoniques.

LE REDSTONE COPPERBELT

Le Redstone Copperbelt est connu pour ses gisements de cuivre stratiforme localisés dans les Red-beds et roches carbonatées du Mackenzie Mountains Supergroup (Protérozoïque supérieur). Ces roches se sont déposées dans un bassin de près de 250 km de long qui s'étire entre la frontière du Yukon et le fleuve Mackenzie (AITKEN, EISBACHER, 1977). Les minéralisations affectent des lithosomes carbonatés supratidaux (Coppercap Formation) transgressifs sur des red-beds continentaux et des dépôts évaporitiques généralement fortement bréchiés de la Redstone River Formation (RUELLE, 1978). Des brèches tardives de type diamètre, riches en chlorite sombre, recoupent la Formation de Redstone River, elle-même composée de fanglomérats, de faciès de pédiplaine et de sebkha (Pl. 1 : 5).

Toutefois, si les roches carbonatées et les horizons minéralisés ressemblent au Roan shabien, et si la Formation de Redstone River peut se comparer à certains faciès des R.A.T. lilas ou des R.G.S. et, d'une manière beaucoup plus frappante au Supergroupe du Kundelungu (Ki 13, Ki 2 et Ks 2), les diatrèmes que

nous avons pu observer le long de la rivière Keele ont un ciment trop riche en chlorite verte pour ressembler aux brèches du Shaba sauf, peut-être, certaines portions restreintes de la brèche de Roan à Koboleta où de nombreux éléments elliptiques vert sombre (chlorites gonflantes de type C-(14c - 14g) - C_g aux caractéristiques optiques de la pennine) s'empâtent dans une masse à talc, illite et microcline rapportée à la base du Groupe du Mwashya broyé (LEFEBVRE, 1975).

Il n'en reste pas moins significatif de constater que l'on cite l'existence de "sharpstone conglomerate" à éléments de siltite rouge, de conglomérats à éléments carbonatés ou de brèches d'effondrement à chaque passage de roches rouges à des faciès carbonatés réducteurs, ou inversement :

- au passage des dolomies stromatolitiques de la Formation Little Dal aux siltites rouges et évaporites de la Formation de Redstone River (RUELLE, 1978).
- au passage du Redstone River à la zone de transition minéralisée en cuivre, qui précède la Coppercap Formation (Dolomies cryptoalgaires et marnes charbonneuses; RUELLE, 1978).
- au passage de la Coppercap Formation aux siltites bordeau et hématitifères du Groupe Rapitan (EISBACHER, 1976).

Or au Shaba, il semble bien que ce soit à ces mêmes niveaux lithostratigraphiques que la brèche prenne naissance.

Les horizons dolomitiques et cuprifères de la Coppercap Formation ne montrent pas de continuité sur le terrain. Les régions où ils ont été observés sont isolées par des zones où la Formation de Little Dal ou les brèches de la Formation de Redstone River sont recouvertes directement par les brèches du Rapitan. Ces observations, qui font apparaître une certaine analogie avec l'image des "écaillés" du Groupe des Mines isolées dans la brèche, ont été interprétées comme l'effet de failles contemporaines (Little Dal tardif, pré-Rapitan) délimitant des bassins de sédimentation isolés à dépôts du type Coppercap Formation (Racklan orogeny : EISBACHER, 1977) ou, inversement, comme résultant de l'érosion de horsts hadryniens (Rapitan tardif) débouchant sur des lacunes locales des Rapitan inf., Coppercap et Redstone (HELMSTAEDT *et al.*, 1979).

Il existe donc un désaccord sur le phénomène responsable de la lacune du Coppercap (érosion ou lacune de sédimentation). Il se pose là l'intéressante question de savoir si cette notion de faille sédimentaire,

invoquée par les géologues canadiens pour expliquer ces lacunes, ne cache pas l'existence d'une tectonique plus complexe du type de celle proposée par les géologues miniers pour la brèche de Roan.

DISCUSSION

Les arguments avancés en faveur de l'existence d'un "wyldflysch katangien" pour expliquer la brèche de Roan (GRUJENSCHI, 1978) sont tantôt parfaitement fondés, mais dans ce cas ils ne s'opposent pas à l'hypothèse tectonique, ou tantôt résultent d'observations incomplètes ou insuffisamment étayées.

Nous avons vu qu'une origine non sédimentaire pour les brèches du Shaba de même que pour les pseudo-conglomérats à vagues alignements qui apparaissent localement n'est pas a priori impossible. Des pseudo-conglomérats sont décrits ailleurs dans le monde et sont le plus souvent interprétés comme le résultat de bréchifications mixtes où les effets de la tectonique se partagent l'importance avec l'hydrothermalisme.

Dans les exemples décrits au Canada, l'hydrothermalisme, sans être totalement dénié, pourrait très bien être rapporté, pour une part importante, à des phénomènes de diagenèse intense tels que ceux décrits au Shaba. Une semblable situation devrait remettre en mémoire les affrontements entre les thèses hydrothermales de DARNLEY (1960) et les convictions "syngénétistes" qui ont vu le jour dans la Copperbelt zambienne au sujet de cristallisations du même type (albite, microcline, quartz, muscovite, brannerite, allanite . . . etc.).

La prudence devrait inciter toutefois à reconsidérer l'ensemble des phénomènes métasomatiques du Shaba. Parmi ceux-ci, il peut s'en trouver dont les affiliations hydrothermales ont échappé aux investigations. Une telle origine serait difficile à attribuer aux cristallisations ou recristallisations de quartz, dolomite, albite, microcline et hématite.

Quartz et dolomite sont des minéraux ubiquistes au Shaba et leurs concentrations locales invoquent davantage la remobilisation que des apports extérieurs. Comme au Canada (RUELLE, 1978), le Shaba est riche en concentrations d'hématite (red-beds, jaspes et formations ferrugineuses, importantes réserves de fer au sud de la province cuprifère) apparemment associées à un magmatisme à prédominance basique, anormalement riche en fer oxydé. Albite et microcline semblent essen-

tiellement liés à la diagenèse et à des remobilisations métamorphiques. La chlorite est un minéral très abondant au Shaba et son origine est plus discutée. Le cortège chlorite ferrifère, illite trioctahédrique aux caractéristiques optiques de la phlogopite, vermiculite et interstratifiés de chlorite divers est définitivement associé au matériel volcanique de composition basique. Les chlorites incolores magnésiennes et interstratifiés de composition semblable affectent préférentiellement les roches minéralisées en cuivre à quelque niveau du Roan qu'elles se trouvent.

Quand une faible extension de la minéralisation permet la vue d'ensemble du phénomène, on peut observer clairement la chloritisation circonscire la zone cuprifère et dans les circonstances les plus favorables, s'évaser par dessous. Latéralement à ces cheminées d'altération, la roche non transformée est composée de muscovite et/ou de chlorite verte non ou peu magnésienne d'origine détritique (LEFEBVRE, 1971, 1975). L'échelle de ces phénomènes d'altération est trop grande en regard de la dimension des "écaillés", ce qui rend ces observations trop rares pour permettre une généralisation définitive. De plus, les roches accessibles à l'examen sont le plus souvent restreintes aux zones d'exploitation ce qui ne favorise pas l'étude des zones marginales. Aussi, ne faut-il tenir cette hypothèse d'une origine hydrothermale de la chlorite magnésienne que pour ce qu'elle est, une intéressante hypothèse de travail.

Les hypothèses concernant l'origine des brèches canadiennes font appel à l'existence des brèches hydrothermales dominantes souvent superposées à d'autres brèches de type divers : olitostrome, brèches intraformationnelles concordantes, dislocations au sein de roches à compétences différentes, brèches d'effondrement en milieu salin et fanglomérats. On peut se demander si l'invocation et la juxtaposition d'une telle variété de brèches ne résulte pas de la tentative de décrire de façon conventionnelle un phénomène inhabituel. Rappelons que ce n'est qu'à la suite d'abondantes observations étalées sur de nombreuses années et basées sur une grande quantité de sondage que l'hypothèse tectonique de la brèche de Roan s'est progressivement dégagée. Enfin, des levés de détail effectués dans les Olgivie Mountains semblent indiquer de grandes analogies avec le type tectonique du Shaba.

Dans le Redstone Copperbelt, l'existence quasi systématique de brèches d'effondrement (faciès évaporitiques) entre les faciès continentaux et marins peu profonds pourrait illustrer la phase initiale de cette tectonique, c'est-à-dire la désolidarisation des horizons compétents. On sait à présent, au Shaba, que c'est à

ces niveaux de passage (probablement des niveaux anciennement riches en évaporite : passage R.A.T. lilas - R.A.T. grises, C.M.N. - Gr. de Kwatebala, Gr. de Kibamba-Mwashya inférieur, etc...) que la brèche de Roan trouve son origine.

Il n'en reste pas moins que cette immense brèche de Roan peut cacher des phénomènes d'un autre ordre et qu'un examen attentif pourrait révéler l'existence de diatrèmes ou de conglomérats sédimentaires noyées dans l'ensemble; mais il nous paraît dès à présent impossible que la totalité de la brèche puisse être rattachée à un seul phénomène sédimentaire. A cette interprétation nous opposons la synthèse suivante, qui tente de réunir en un ensemble cohérent la somme des observations faites sur le Roan du Shaba, et qui conserve, en sa totalité, l'hypothèse d'une origine essentiellement tectonique de la brèche de Roan.

1. Dépôt dans le golfe katangien (probablement un graben kibarien) de sédiments caractéristiques d'un environnement intercotidal et liés à des conditions climatiques semi-arides. Les conditions de sédimentation restent sensiblement identiques pendant l'entière du Roan et résultent en une succession de cycles superposés (fig. 3). Chaque cycle consiste en une progression et un retrait plus ou moins continu et régulier des faciès lagunaires sur des dépôts continentaux du type sebkha et pédimentaire.
2. Simultanément, un volcanisme modéré se manifeste par des épanchements et des projections de matériel volcanique associés à de fortes accumulations de fer sous forme oxydée dans les red-beds et de disséminations pyriteuses stratiformes faiblement minéralisées en cuivre (zinc, plomb et cobalt) dans les faciès intercotidaux et lagunaires réducteurs. Une partie de ces concentrations pyriteuses est due également à la fixation biogénique du fer en milieu euxinique. Il s'en suit la formation de niveaux à fines dissémination de pyrite et la concentration de ce sulfure en périphérie des nodules et "bird-eyes" ou toute autre figure synsédimentaire séléniteuse.
3. Par dissolution des horizons riches en matériel évaporitique, il se crée des brèches d'effondrement entre les faciès continentaux et lagunaires. Les saumures qui résultent de ce lessivage entraînent une partie du cuivre (et du cobalt ?) d'origine volcanique et s'accumulent dans les réservoirs naturels que constituent les matériaux détritiques de type continental.
4. Une intense diagenèse se marque dans les roches par la cristallisation d'albite, microcline, quartz, dolomite, magnésite, tourmaline, etc... Cette diagenèse

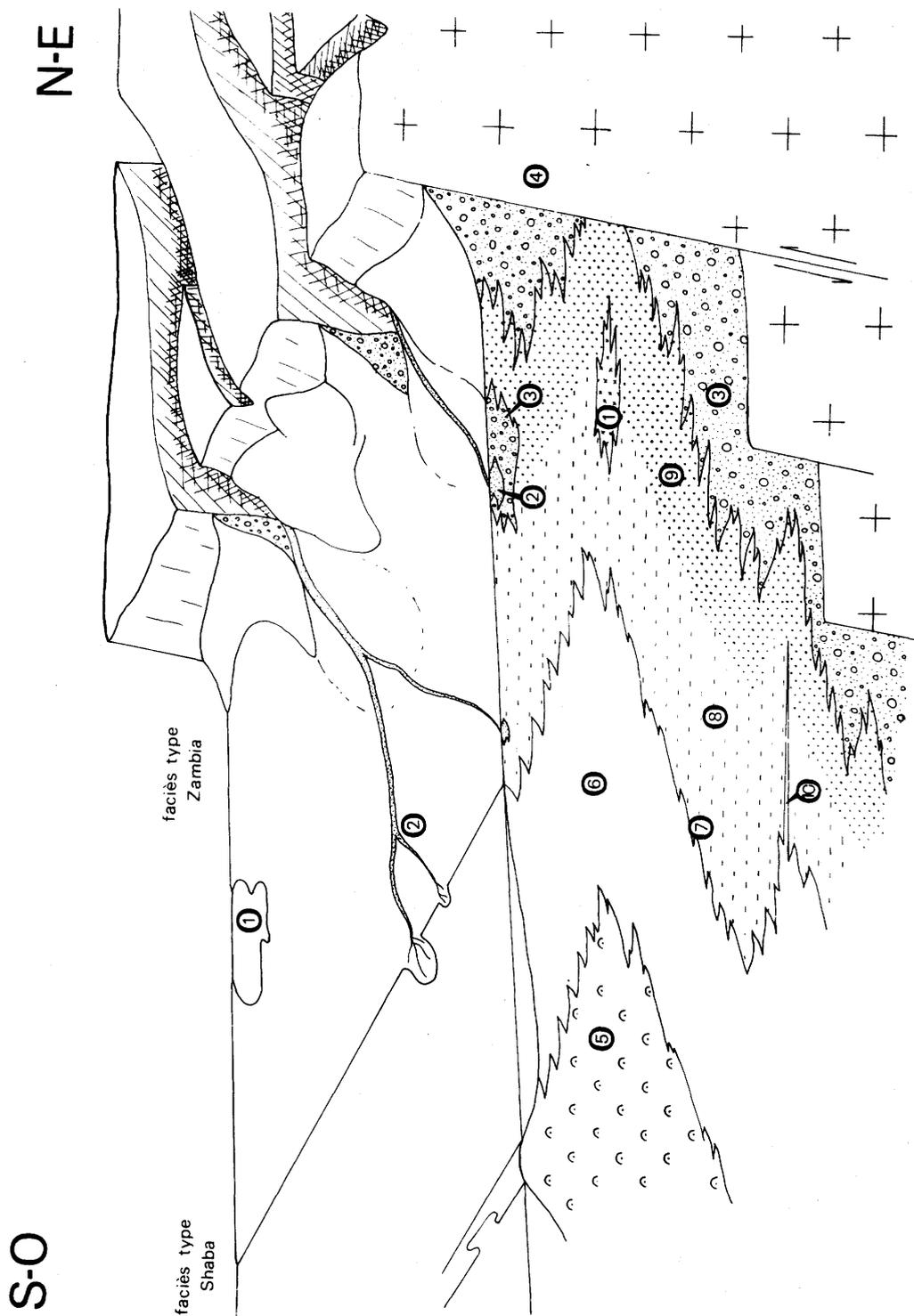


Figure 3.- Modèle proposé pour l'environnement sédimentaire du Roan dans la Ceinture cuprifère centre-africaine. Dans ce modèle, correspondant à un environnement de transition, les faciès zambiens auraient un caractère plus continental que les faciès du Shaba. Il apparaît clairement que les appellations R.A.T.gr., C.M.N., S.D., etc... définissent des faciès lithologiques plus qu'ils ne caractérisent des unités stratigraphiques. 1 : dépôts de type sebkha (R.A.T. 3 b-c de Kolwezi) ; 2 : chenaux fluviaux éphémères ou chenaux de marée (type R.A.T. 3aα) ; 3 : fan-glomérats (conglomérats arkosiques des régions MBaya, Musoshi, etc...) ; 4 : socle prékatangien ; 5 : faciès récifaux (C.M.N., R.2.3.1.3.) ; 6 : faciès lagunaires (S.D., R.S.C., R.S.F., DStrat., etc...) ; 7 : zone intercotidale vraisemblablement riche en matériel évaporitique ; 8 : siltites pédimentaires (R.A.T.1) ; 9 : arkoses pédimentaires (R.A.T. 2a-b) ; 10 : dolomies supracotidales (R.A.T. 2c).

est à la fois contrôlée par la quantité de silice et d'alcalino-terreux concentrés par le processus de sédimentation et par celle introduite dans le bassin par le volcanisme. Dans les cas du Na et du K, les relations mutuelles en cours de diagenèse peuvent être complexes et amener une cristallisation répétée et alternée d'albite et de microcline

5. A la fin de l'épisode roannais (âge Mwashya inférieur ?), à l'occasion de manifestations volcaniques particulièrement intenses, les quantités de chaleur dégagée entraînent les saumures ($\pm 200^{\circ}\text{C}$; PIR-MOLIN, 1970) vers le haut avec de larges mouvements de convection. Au cours de leur déplacement, les saumures réagissent avec les roches qu'elles traversent, induisant d'abondantes cristallisations de Mg-chlorite et peut-être de talc dans les dolomies pures à faible activité d'Al. Quand ces saumures rencontrent des accumulations de pyrite, elles réagissent avec celles-ci en déplaçant le fer au profit du cuivre qu'elles ont entraîné sous forme de complexes chlorurés (BARTHOLOME, 1972); ce faisant, elles sont responsables d'une zonalité dans les bandes riches en sulfures qui se marque par une diminution du rapport Cu:Fe du bas vers le haut (chalcocite-bornite-chalcopyrite-pyrite).
6. Les tectoniques majeures sont postérieures à ces événements (post-Kundelungu; François, 1973) et leur effet dépend de l'homogénéité des masses rocheuses auxquelles elles s'appliquent. Le nord du bassin katangien est normalement formé d'accumulations uniformes de roches-rouges (fig. 3). Il est possible qu'elles viennent buter contre les escarpements d'horsts kibariens. La tectonique kundelungienne ne s'y manifeste probablement que par des bombements épirogéniques dans la masse des red-belds ou par le jeu des failles limitant les horsts et grabens dans les roches pré-katangiennes. La partie sud du bassin, vraisemblablement remplie de sédiments à prédominance marine serait affectée de plissements harmoniques. La partie centrale du bassin où s'accumulent les cycles sédimentaires à alternance de roches continentales et lagunaires compétentes, séparées par des roches relativement plus riches en matériel évaporitique, incompetentes et déjà en partie bréchiées, enregistre des plissements disharmoniques accompagnés de nappes de charriage (FRANCOIS, 1973 et 1974). Chacun des lithosomes à prédominance dolomitique (faciès lagunaires méridionaux) ou détritiques (faciès continentaux septentrionaux) et figurant dans chacun des cycles superposés se disloquent en fragments de plus ou moins

grande dimension (jusqu'à 2 km pour des "écailles" du Groupe des Mines à Fungurume ou des carapaces de grès hématitiques à Kibamba) et s'emballent dans une brèche, à éléments de petite dimension, formée au détriment des roches incompetentes. Là où la brèche est injectée de force dans des zones pincées, entre de larges fragments ou entre ces fragments et les masses du Kundelungu, les éléments relativement plus tendres s'arrondissent par attrition, tandis que des textures d'écoulement peuvent apparaître localement. Une tectonique aux effets intermédiaires se manifeste dans la zone zambienne où la minéralisation se trouve surtout dans les faciès continentaux affectés par un plissement de type harmonique. Les disharmonies ne se manifestent qu'au niveau du Upper Roan où les faciès lagunaires commencent à apparaître à la suite, apparemment d'une transgression générale que l'on peut identifier avec le cycle IV ou Roan supérieur du Shaba (LEFEBVRE, 1978). Le Mwashya Group de Zambie correspondrait à la partie supérieure du Groupe de Mwashya (Mw. supérieur); le Upper Roan au Mw. inférieur et le RU2 (MENDELSON, 1960) au Groupe de Kibamba.

7. D'après ce modèle, les tentatives de corrélation entre les bassins de type zambien (Lower Roan continental sédimentaire) et zairois (lagunaire) devraient se heurter à de grandes difficultés dues à ces considérables variations de faciès.

De la même manière, il n'est nullement prouvé que les faciès lagunaires mis en évidence dans l'est de la Copperbelt zairoise (Groupe des Mines à l'Etoile, Lupoto ou Kimbwe) soient synchrones de ceux observés à l'ouest de la Copperbelt (Groupe des Mines à Kolwezi) et cela en dépit de leur grande similarité. En fait, cette remarque explique la raison pour laquelle les R.A.T. grises à l'est de la Copperbelt sont des roches volcaniques basiques alors que ce sont des intercotidalites à structure authiclastiques dans l'ouest de la zone du Cuivre.

BIBLIOGRAPHIE

- AITKEN, J.D., 1977. Redstone River Formation (Upper Proterozoic) in Mount Eduni and Bonnet Plume Lake Map Areas, District of Mackenzie. Canada Geol. Survey, 77(1A) : 137-138.
- BARTHOLOME, P. et al., 1972. Diagenetic ore-forming processes at Kamoto, Katanga, Republic of the Congo. In : Ores in sediments, C.C. Amstutz and A.J. Bernard ed., Springer-Verlag, Berlin : 21-42.

- BELL, R.T., 1978. Breccias and uranium mineralization in the Wernecke Mountains, Yukon Territory. A progress report. *Canada Geol. Survey*, 78(1A) : 317-322.
- BELL, R.T., & DELANEY, G.D., 1977. Geology of some uranium occurrences in Yukon Territory. *Canada Geol. Survey*, 77(1A) : 33-37.
- BOWES, D.R. & WRIGHT, A.E., 1961. An explosion-breccia complex at Back Settlement near Kentallen, Argyll Trans. *Geol. Soc. Edinburgh*, 18 : 293-313.
- CAMPBELL, F.H.A. & CECILE, M.P., 1975. Report on the Geology of the Kilohigok Basin, Goulburn Group, Bathurst Inlet, N.W.T. *Canada Geol. Survey*, 75(1A) : 297-306.
- CAMPBELL, F.H.A. & CECILE, M.P., 1976. Geology of the Kilohigok Basin, Goulburn Group, Bathurst Inlet, District of Mackenzie. *Canada Geol. Survey*, 76(1A) : 33-37.
- DARNLEY, A.G., 1960. Petrology of some Rhodesian Copper-belt orebodies and associated rocks. *Trans. of the Inst. of Min. & Met., London*, 69 : 137-173.
- DEMESMAEKER, G., FRANCOIS, A. & OOSTERBOSCH, R., 1972. La tectonique des gisements cuprifères stratiformes du Katanga. In : *Stratiform Copper Deposits in Africa*, 2nd part : Tectonics. J. Lombard and P. Nicolini, eds. *Congrès Géologique International A.S.G.A., Lusaka (1962)*. A.S.G.A. Paris 1963 : 47-115.
- DERRIKS, J.J. & OOSTERBOSCH, R., 1958. Les gisements de Swambo et Kalongwe comparés à Shinkolobwe : contribution à l'étude de l'uranium katangais. *Proceed. of 2th Int. Conf. "Utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques"*, II, N.U. Genève, 1958 : 623-695.
- EISBACHER, G.H., 1976. Proterozoic Rapitan Group and Related Rocks, Redstone River Area, District of Mackenzie. *Canada Geol. Survey*, 76(1A) : 117-125.
- EISBACHER, G.H., 1977. Tectono-stratigraphic framework of the Redstone Copper Belt, District of Mackenzie. *Canada Geol. Survey*, 77(1A) : 229-234.
- FARMIN, R., 1934. Pebble dikes and associated mineralization at Tintic, Utah. *Econ. Geol.*, 29 : 356-370.
- FRANCOIS, A., 1973. L'extrémité occidentale de l'arc cuprifère shabien. *Etude géologique*. Ed. Dep. Géol. Gécamines, Shaba, Zaïre, 120.
- FRANCOIS, A., 1974. Stratigraphie, tectonique et minéralisations dans l'arc cuprifère du Shaba (République du Zaïre). *Cent. Soc. Géol. de Belg. Gisements stratiformes, Provinces cuprifères, Liège, 1974* : 79-101.
- GRUJENSCHI, C., 1978. Quelques observations sur la position stratigraphique de la "Série des Mines" au Shaba. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, 101 : 1-11.
- HELMSTAEDT, H., EISBACHER, G.H. & MCGREGOR, J.A., 1979. Copper mineralization near an intra-Rapitan unconformity, Nite copper prospect, Mackenzie Mountains, Northwest Territories, Canada. *Can. Journ. of Earth Sc.*, 16 : 50-59.
- IJIMA, A. & HAY, R.L., 1968. Analcime composition in tuffs of the Green River Formation of Wyoming. *Amer. Miner.*, 53 : 184-200.
- LAZNICKA, P. & EDWARDS, R.J., 1979. Dolores Creek, Yukon. a disseminated copper mineralization in sodic metasomatites. *Econ. Geol.*, 74 : 1352-1370.
- LEFEBVRE, J.-J., 1971. L'anticlinal de Kibamba; levé géologique et prospection. *Rapport technique, Gécamines*, 88.
- LEFEBVRE, J.-J., 1975. Minéraux argileux de l'anticlinal de Kibamba. *Rapport non publié, Gécamines Lab.*
- LEFEBVRE, J.-J., 1976. Le contact entre le Kundelungu et le Roan à Mulungwishi, Shaba, Zaïre. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, 99 : 143-158.
- LEFEBVRE, J.-J., 1978. Le Groupe de Mwashya, mégacyclothème terminal du Roan (Shaba, Zaïre sud-oriental). I. Approche lithostratigraphique et étude de l'environnement sédimentaire. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, 101 : 209-225.
- MAREE, S.C., 1962. Structural features of the Mufulira area, Northern Rhodesia. In : *Stratiform Copper Deposits in Africa*, 2nd Part : Tectonics. J. Lombard & P. Nicolini, eds. *Congrès Géologique International A.S.G.A. Lusaka (1962)*. A.S.G.A., Paris 1963 : 158-177.
- MENDELSON, F., 1961. The Geology of the Northern Rhodesian Copperbelt. *MacDonald, London*, 523.
- OOSTERBOSCH, R., 1960. Les minéralisations dans le système de Roan au Katanga. In : *Stratiform Copper Deposits in Africa*, 1st Part : Lithology, Sedimentology. J. Lombard & P. Nicolini, eds. *Congrès Géologique International A.S.G.A., Copenhagen (1960)*. A.S.G.A., Paris 1962 : 71-136.
- PIRMOLIN, J., 1970. Inclusions fluides dans la dolomite du gisement stratiforme de Kamoto (Katanga occidental). *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, 93 : 397-406.
- REINHARDT, E.W., 1972. Occurrence of exotic breccias in the Petitot Islands (85 H/10) and Wilson Island (85 H/15) map areas, East Arm of Great Slave Lake, District of Mackenzie. *Canada Geol. Survey*, 72(25) : 43.
- RUELLE, J.C.L., 1978. Depositional environment and genesis of stratiform copper deposits of the Redstone Copper Belt, Mackenzie Mountains, N.W.T. Presented at 1978 Jt. Ann. meeting (G.A.C. - M.A.C. - G.S.A.) October, Toronto.
- WHITE, R.J., 1971. Geology and Palaeogeography of Chibuluma West orebody, Zambian Copperbelt. Part I. Geology of Chibuluma west. *Econ. Geol.*, 66 : 400-424.

PLANCHE 1

1. Injection de matériel bréchique dans les grès subarkosiques rouges à la base du Groupe Sosan. Ces grès affleurent dans les îles Simpson au nord-est du lac Great Slave, Mackenzie, N.W.T. Canada (Reproduced with permission of the Geological Survey of Canada, photo 149857).
2. Pseudo-conglomérat formé de fragments arrondis de quartzite, arkose et siltites dans un ciment riche en quartz, microcline et plagioclase. Même situation géographique et géologique que pour la précédente photo (Reproduced with permission of the Geological Survey of Canada, photo 149805).
3. Pseudo-conglomérat (a) et brèche dolomitique (b) provenant de la zone méridionale de la chaîne Olgivie (Yukon) comparés à un pseudo-conglomérat (c) et une brèche d'effondrement (d) appartenant au passage Groupe inférieur - Groupe des Mines (Kamoto fond, Shaba).
4. Contact brèche tectonique et "écaille" de shale noir (Olgivie Mountains, Yukon). La vue est prise à peu près au niveau 1540 m de la section A - B (fig. 1). A la base, lentille écrasée de dolomie feldspathique, rose et massive (D); par-dessus, on observe un fragment de jaspe rubané sombre (J) couvert de pseudo-conglomérat vert, riche en chlorite; ces roches sont surmontées de grès roses et siltites bordeaux (S.) passant latéralement à une brèche conglomératique polygénique (P.C.) à ciment d'hématite. Au sommet de la photo apparaît partiellement une autre lentille écrasée de grès dolomitique beige (G.). L'échelle est donnée par le manche du marteau dans la partie supérieure droite de la photo.
5. Keele River Embayment, Mackenzie, N.W.T. (Canada). 1. Redstone river Formation; 2. Coppercap Formation; 3. Rapitan Group : 3a. Sayunei Fm. (maroon siltstone, breccia and iron-formation); 3b. Shezal Fm. (glacio-marine diamictite).

