

LES FORMATIONS FERRUGINEUSES DE LA TELE (HAUT-ZAIRE)

Note préliminaire (*)

par PAUL RAUCQ (**)

(4 fig. dans le texte)

RÉSUMÉ

La recherche de minerais de fer dans le Nord-Est de la République du Zaïre pour le compte du Gouvernement a conduit à la découverte d'une longue chaîne itabiritique dans la région de la Tele, les monts Mbomo, à moins de 200 km de Kisangani. Cette chaîne est décrite brièvement dans son cadre régional. Ses formations ferrugineuses font partie d'une succession assez continue rapportée au Kibalien, dans des relations stratigraphiques non signalées jusqu'ici. Cela conduit l'auteur, après une mention des différents types d'itabirites et de minerais, à établir une distinction originelle entre les facies itabiritiques proprement dits et les minerais à haute teneur; cette distinction, dans le cas des monts Mbomo, doit avoir une signification sédimentologique, avec présomption, pour les minerais, d'un dépôt sous forme de carbonate ou d'hydrate de fer.

ABSTRACT

Prospection for iron ore in the north-east of the Republic of Zaïre, on behalf of the Government, has led to the discovery of a long itabiritic belt in the Tele river area, Mounts Mbomo, less than 200 km from Kisangani. This belt is briefly described in its regional environment. The iron formations form part of a fairly continuous sequence related as Kibalian. Their stratigraphic relations with such sequence are described for the first time.

After mentioning the different types of itabirite and iron ore, the author concludes that there were primary differences between the typical itabirites (banded siliceous ironstones) and the high grade ores. In the case of the Mbomo belt, these differences must have a sedimentological significance. It is assumed that the ores were deposited directly as iron carbonate or hydrate.

I. INTRODUCTION

Cette note résulte d'études effectuées pour le compte du Gouvernement de la République du Zaïre (***) dans le cadre d'un programme d'ensemble visant au développement intégré du Nord-Est du pays. Ces études ont fait déjà l'objet d'une brève communication à l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer (P. RAUCQ, 1974), où sont exposées des idées sur la genèse des formations ferrugineuses dont il est question ici.

(*) Communication présentée et manuscrit déposé le 3 décembre 1974.

(**) C/o Cométaux, square de Meëts 18, 1040 Bruxelles.

(***) Ingénieurs-Conseils : Società Italiana di Ingegneria e Consulenza Attività Industriali (SICAI) et Société de Traction et d'Électricité (TRACTIONEL).

Il n'est pas question, ici, de publier les résultats des recherches effectuées dans la région de la Tele : ce serait prématuré, car les travaux sont loin d'y être achevés; nous nous abstenons d'ailleurs, pour cette raison autant que par discrétion, de citer aucune donnée économique précise sur la question. Nous avons tenu néanmoins, au moment où les études sont reprises par d'autres, à faire le point des premières conclusions de l'étude géologique et à développer certaines considérations originales sur la genèse des formations ferrugineuses de type itabiritique.

Je rappelle la part notable prise par M. A. MISRA dans les travaux que la mise au point de ce texte a nécessités en Belgique (bibliographie, laboratoire); j'aurais voulu l'associer à sa présentation, mais cela n'a malheureusement pas été possible : il est toutefois sous-entendu par l'emploi du mot « nous » dans l'exposé. Ces travaux n'auraient pu aboutir sans la participation active des géologues de l'Office National de Recherche et de Développement de la République du Zaïre (O.N.R.D.), tant zaïrois que coopérants, et en particulier de MM. C. VELASCO et C. SOLOMONI. Nous tenons également à remercier le Professeur P. BARTHOLOMÉ, de l'Université de Liège, à qui nous devons l'examen de nos premiers échantillons de minerais.

1.1. *Bref historique*

La recherche de minerai de fer dans le Nord-Est du Zaïre fait suite à une prospection dirigée par moi de 1966 à 1968, et qui avait porté sur des occurrences d'itabirites au Kasai (P. RAUCQ, 1969).

Il s'agissait, ici, de définir un gisement relativement bien situé par rapport au bief navigable du fleuve Zaïre (en aval de Kisangani) et proche des schistes bitumineux connus de longue date autour de Kisangani (G. PASSAU, 1921). En première analyse, on écartait donc plusieurs groupes de gisements de la région du Haut-Zaïre, souvent importants, mais plus excentriques : ceux de Kilo (Mont Kodo), de Watsa (Mont Tina), de Wamba (Mont Asonga), d'Isiro, de Poko, etc.

Le dépouillement d'archives et de collections anciennes conservées au Musée Royal de l'Afrique Centrale, complété par une analyse photogéologique et par des enquêtes et visites sur place, nous a conduits à retrouver ou repérer une minéralisation en fer en plusieurs endroits à moins de 200 km de Kisangani (fig. 1).

Le secteur des monts Mbomo, qui semble le plus intéressant, a été étudié avec un certain détail et fait l'objet de la présente note. Nous y avons été conduits à partir de 4 échantillons de « minerai bleu » du Musée, ramenés par M. SLUYS vers 1940 de la mine d'or de Pulukpulu, exploitée à l'époque par la SURONGO, mais actuellement abandonnée. Ces échantillons font partie d'une série de 17, les autres étant des roches cristallines ou métamorphiques.

1.2. *Cadre géographique*

La chaîne des monts Mbomo se situe dans l'interfluve de la Tele (bassin de l'Itimbiri) et de l'Aruwimi et se partage entre les deux versants; la première de ces rivières est connue pour avoir donné son nom à la filiale de la FORMINIÈRE qui exploitait l'or de vastes concessions dans la région; nous conservons ce nom pour désigner les gisements de fer dont question ici. « Mbomo » est le mot signifiant minerai de fer ou montagne de fer dans la langue des Baboa, l'ethnie locale, qui a une tradition sidérurgique bien assise.

Elle constitue un des nombreux reliefs du Nord-Est du Zaïre. Ces reliefs correspondent à des masses plus résistantes à l'érosion (roches basiques, massifs cristallins

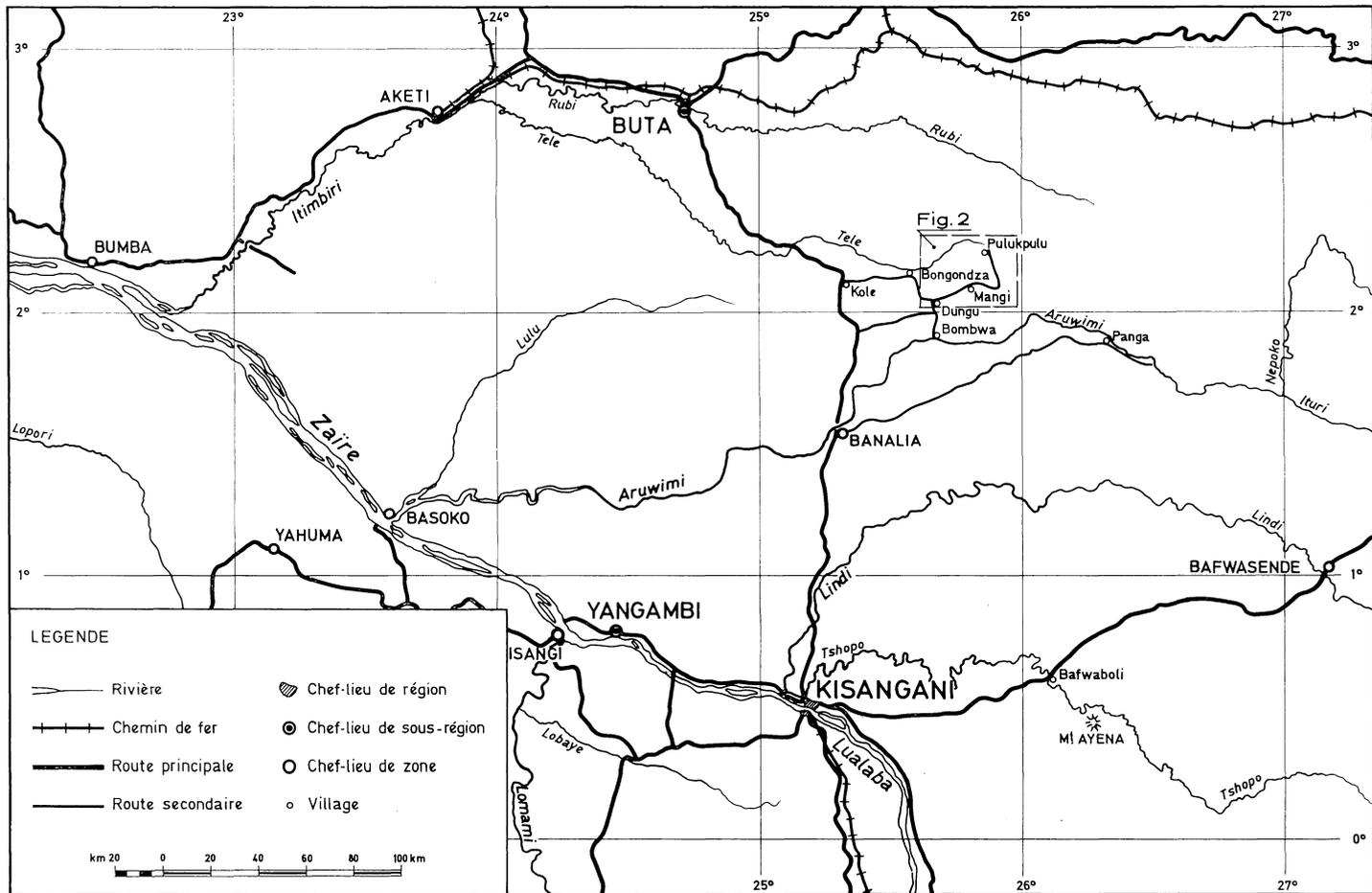


Fig. 1. — Plan de situation.

ou métamorphiques à armature filonienne, formations itabiritiques (*), voire quartzites non ferrugineux), dont la nature et la structure se marquent par l'allongement et les formes de détail. Il est intéressant de rappeler ici que, dans les formations itabiritiques, ce sont habituellement les minerais à haute teneur, même friables, qui constituent les points hauts, et non les itabirites normales, pourtant très résistantes au marteau. Les particularités de ces reliefs sont habituellement significatives de leur nature, même en terrain boisé : ils se prêtent fort bien à l'analyse photo-géologique.

Le plateau en contrebas s'élève progressivement du SW vers le NE, pour dépasser 1.000 m avant même que ne commencent les hauteurs de la crête Zaïre-Nil ; il en va de même des massifs en relief, dont l'enveloppe des sommets s'élève parallèlement.

Caractérisée par un climat équatorial typique, la région est entièrement couverte par la forêt (Pluviisilva) ; sur les monts Mbomo, il s'agit très généralement de forêt primaire. Les affleurements ne sont nulle part assez étendus pour avoir permis le développement de clairières ; généralement, le minerai est caché par un sol de végétation et une éluvion plus ou moins épaisse.

1.3. *Rappel de la géologie régionale*

La région de la Tele se répartit entre deux ensembles précambriens : le Kibalien du Précambrien ancien, et le Lindien, du Précambrien supérieur.

Nous dirons peu de choses du second, qui repose en discordance sur le premier ; sa limite interrompt obliquement la chaîne des Mbomo à leur extrémité W, puis elle suit une direction W-E à 15 ou 20 km au S de la crête principale (Th. VERBEEK, 1970). Il s'agit, dans la région, de couches sédimentaires diverses peu déformées, comprenant surtout des facies grésos-argileux en haut, des arkoses vers le bas ; une série carbonatée, avec quartzites et arkoses à la base, repose sur le Kibalien, précisément au S des Mbomo et plus à l'E.

Le Kibalien consiste en plages plus ou moins allongées de roches métamorphiques complètement entourées de roches granitiques variées, avec habituellement une zone de passage amphibolitique. C'est dans une de ces plages, confinant au Lindien sur 45 km (J. LEPERSONNE, 1972), que se trouvent les monts Mbomo. Le Kibalien a un âge antérieur à 2.075 millions d'années.

Le Kibalien métamorphique correspond à l'épizone et à la mésozone supérieure. Il comporte notamment (L. CAHEN et J. LEPERSONNE, 1967) des schistes divers parfois graphiteux, des talcschistes, des quartzites, des conglomérats, des roches carbonatées, des formations itabiritiques, des laves schistifiées. Les formations itabiritiques, très répandues dans le Kibalien, peuvent se présenter comme des phyllades violets à intercalations d'hématite, des jaspilites et quartzites ferrugineux, des itabirites bien zonaires formées de minces bandes alternantes siliceuses ou hématitiques, et aussi comme des minerais riches de divers aspects. Les structures dominantes ont une direction WNW-ESE.

2. LES MONTS MBOMO

2.1. *Topographie*

Située immédiatement au N du 2^e parallèle N (fig. 2), la chaîne des monts Mbomo a 48 km de long ; elle est d'abord allongée sur 35 km de l'WSW à l'ENE,

(*) Au sens de Ch. ANCIEN (1964).

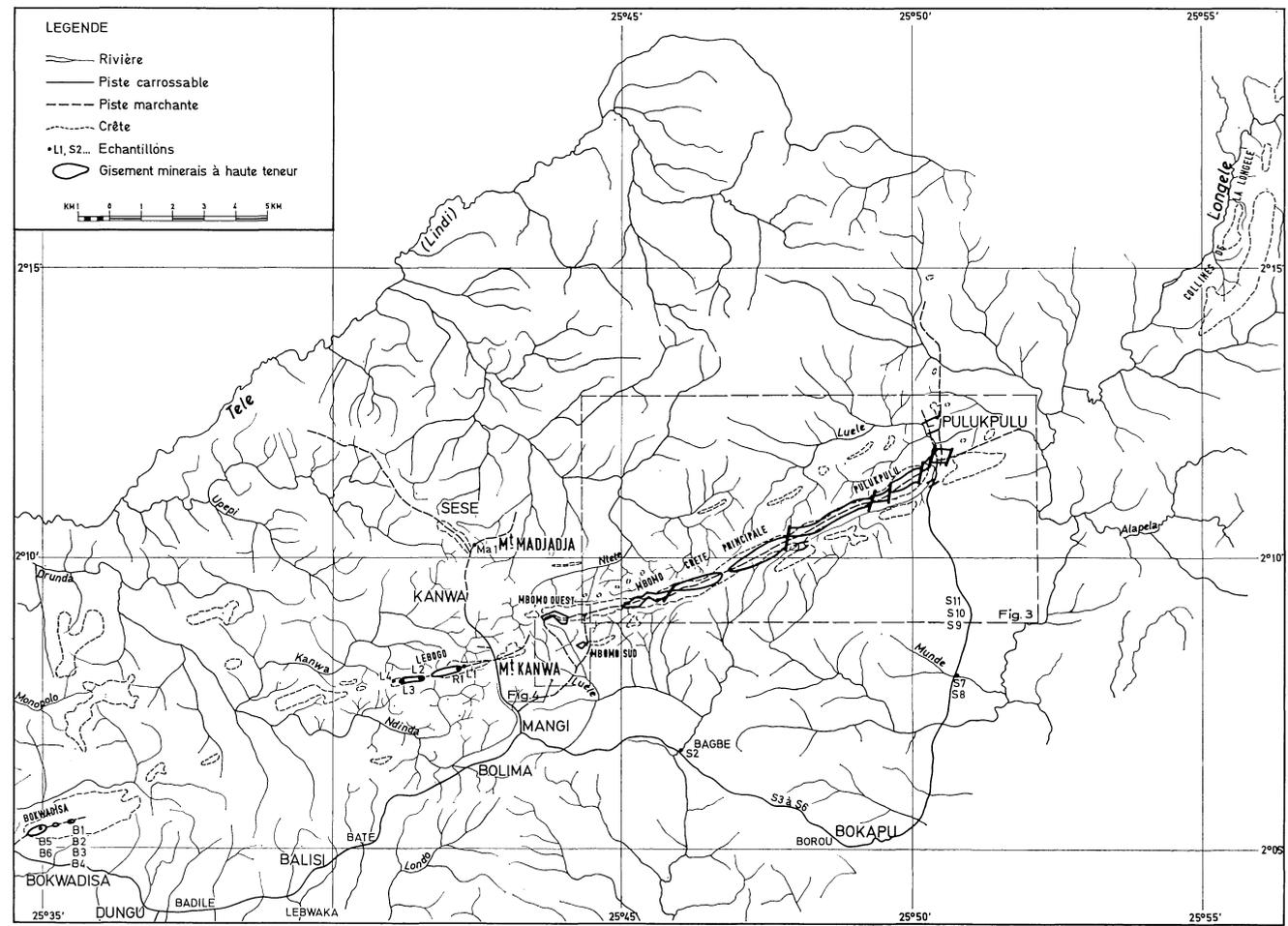


Fig. 2. — Chaîne des monts Mbomo.

légèrement arquée avec concavité vers le N, puis elle s'incurve pour prendre une direction S-N; cette dernière partie, à l'E de la Longele, n'a pas été reconnue. Elle présente quatre interruptions, dont une de 5 km au passage de la Longele.

La crête principale, bien continue sur 14 km, se tient entre 650 et 675 m (*) sur la plus grande partie de sa longueur et culmine vers 720 m. Elle ne constitue qu'un relief de 100 à 120 m par rapport au plateau vallonné environnant (500 à 550 m); le niveau de base de la région, l'Aruwimi à Banalia, est à 413 m.

Cette crête est flanquée de part et d'autre, à 500 ou 1.000 m, d'un chapelet discontinu de collines et contreforts, qui atteignent 600 à 620 m, exceptionnellement 740 m. Crête principale et satellites correspondent à des formations ferrugineuses, qui sont généralement du minerai sur la crête et des itabirites en contrebas. Un autre chapelet de collines, bien isolées les unes des autres, suit la chaîne à 1.500 m ou 2.000 m au N de la crête.

Les versants des reliefs itabiritiques sont escarpés et les pentes peuvent y atteindre 45°; outre les interruptions principales signalées, la crête présente un certain nombre de cols; elle peut être étroite ou s'élargir jusqu'à 100 ou 200 m. Hors des zones en relief, la morphologie est molle et les vallées peu encaissées.

2.2. Lithologie

Les quelques données lithologiques qui suivent reposent sur un petit nombre d'échantillons.

Les roches granitiques de la région sont soit massives, soit plus ou moins gneissiques; il n'est pas exclu que ces dernières proviennent du métamorphisme d'un granite ancien; dans l'état actuel des connaissances, rien n'indique qu'elles pourraient ne pas être magmatiques. Du point de vue minéralogique, il s'agit de granodiorites ou de tonalites à biotite et épidote, avec ou sans microcline; le métamorphisme (rétromorphose) correspond à la mésozone. Les amphibolites examinées sont de deux types : soit avec zonage très net de l'amphibole (hornblende) et texture diablastique, soit à texture nématoblastique des amphiboles (actinote et trémolite); le premier pourrait être d'origine magmatique, le second d'origine métamorphique; mais il est trop tôt pour trancher.

Les schistes observés sont généralement altérés en jaune, rouge ou violacé; il s'agit habituellement de séricitoschistes ou micaschistes fins ou de schistes ferrugineux feuilletés; un échantillon non en place était un muscovitoschiste à grenat; les roches siliceuses sont représentées par des quartzites divers : saccharoïde et tectonisé, ou conglomératique (petits galets et gros grains arrondis de quartz) et métamorphique; nous avons recueilli aussi un échantillon siliceux rouge, très fin, à granules de micas, qui est une jaspilite.

Nous avons observé aussi une « grauwacke » (**) schistoïde et tectonisée, à grains de quartz mal classés et matrice séricito-chloriteuse avec hématite. Une roche très altérée, dans un environnement schisteux et irabiritique, pourrait être un tuf : masse amorphe jaune et rougeâtre, lamellaire, provenant d'un ferro-magnésien, quartz grenu et grands cristaux de martite.

Les itabirites montrent le plus souvent une alternance de quartz et d'oxydes de fer; cette alternance peut être un fin zonage ou un rubanement plus grossier. Le contraste est parfois fort net, mais, comme dans les gisements du Kasai (P. RAUCQ,

(*) Cotes barométriques approximatives.

(**) Roche sédimentaire mal classée composée de clastiques grossiers de provenance hétérogène et de détritiques fins et contenant souvent des éléments d'origine volcanique.

1969), on a souvent une succession de lits quartzo-ferrugineux, de lits de quartz et de lits de minerai pauvres en quartz; il existe aussi des quartzites ferrugineux à mélange homogène d'oxydes et de quartz; ces quartzites peuvent être massifs ou lités.

Il existe enfin des hornblendites schistoïdes à pyrite, observées en deux endroits; il pourrait s'agir d'anciennes laves basaltiques, encore qu'elles puissent être accompagnées d'un facies grenu de même nature.

2.3. Succession

Il nous est impossible de donner une succession complète, tant en raison du caractère préliminaire de nos levés que de la rareté des points d'observation sous couvert forestier; ces points sont souvent des boulders ou des débris. Le versant W de la Mutungulungu (fig. 4) nous a fourni une série assez cohérente d'échantillons, en remontant la série jusqu'à la base du minerai; de nombreux layons (certains avec puits) et deux tranchées nous donnent une bonne connaissance du minerai et des niveaux encaissants; quelques observations au nord des monts Mbomo donnent des indications sur ce qui vient au-dessus.

A peu de distance en amont d'affleurements de tonalite dans la Mutungulungu, la succession débute par des quartites divers; des dalles de schiste métamorphique montrent que ce facies descend fort bas dans la série. Il est difficile d'affirmer que le contact est une discordance, malgré la présence d'un petit bloc de quartzite métamorphique (même pas à la base); il pourrait tout aussi bien s'agir d'un contact tectonique ou d'un passage de nature palyngénétique, encore que nous n'ayons pas observé d'amphibolites en cet endroit (*). Les schistes occupent une grande partie du versant; la « grauwacke » serait vers leur base; on y observe, à côté de séricitoschistes, des schistes à passées ferrugineuses et même des itabirites pourries.

D'ailleurs, au S de la crête principale, les contreforts et buttes correspondent à des formations ferrugineuses, itabirites assez riches ou minerais siliceux. Il est probable qu'il s'agit de lentilles discontinues, qui ne s'ordonnent pas nécessairement suivant le même horizon. Par contre, ces formations constituent une ou plusieurs intercalations dans les schistes, comme nous avons pu l'établir d'une façon indiscutable dans un cas, grâce à la coupe continue formée par une tranchée.

La crête (fig. 3) correspond le plus souvent au niveau principal de minerai, dont les caractéristiques sont données ci-après (3). Les travaux de prospection montrent qu'ils reposent au S, par une transition rapide (1 ou 2 m), sur des séricitoschistes habituellement violacés; les pendages sont systématiquement vers le N. Un affleurement de hornblendite schistoïde a été observé localement vers le sommet des schistes.

Le versant N de la crête est formé d'itabirites normales et de quartzites ferrugineux, sans que nous puissions préciser encore s'il y a superposition des uns sur les autres.

Un layon nous donne des indications sur certains des termes qui se superposent à ces formations itabirites : il doit y avoir surtout une forte épaisseur de schistes divers, siliceux, argileux ou ferrugineux, avec au moins deux intercalations de ce que nous pensons être des tufs.

Plus à l'E, la reconnaissance rapide de collines escarpées nous a montré des quartzites ferrugineux à tendance itabirite qui constituent sans doute un niveau distinct de celui de la crête principale, et supérieur au second ensemble de schistes; les derniers affleurements vus au N sont des hornblendites en partie schistoïdes.

(*) L. CAHEN et J. LEPERSONNE (1967); K. R. MEHNERT (1968).

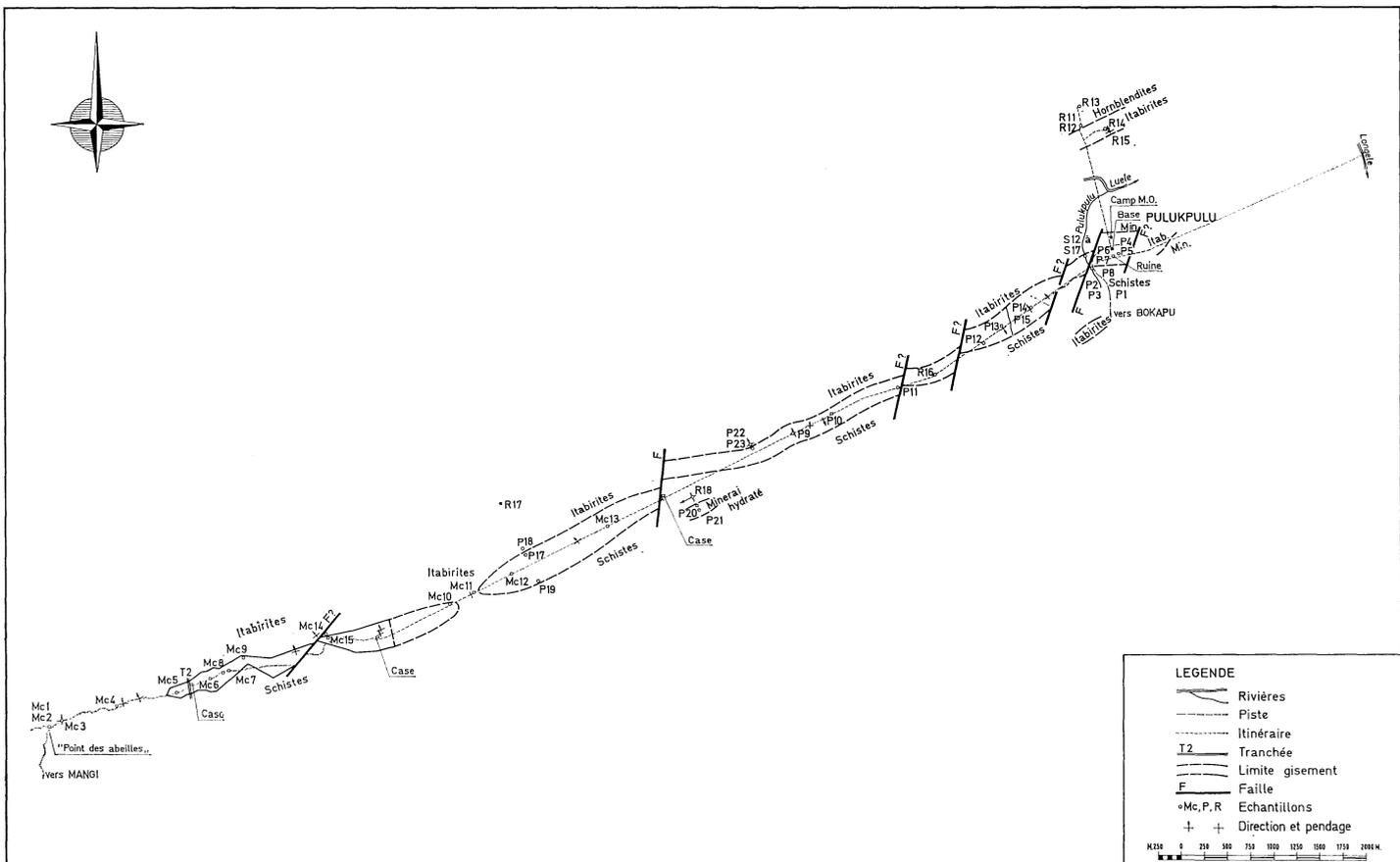


Fig. 3. — Partie centrale des monts Mboomo.

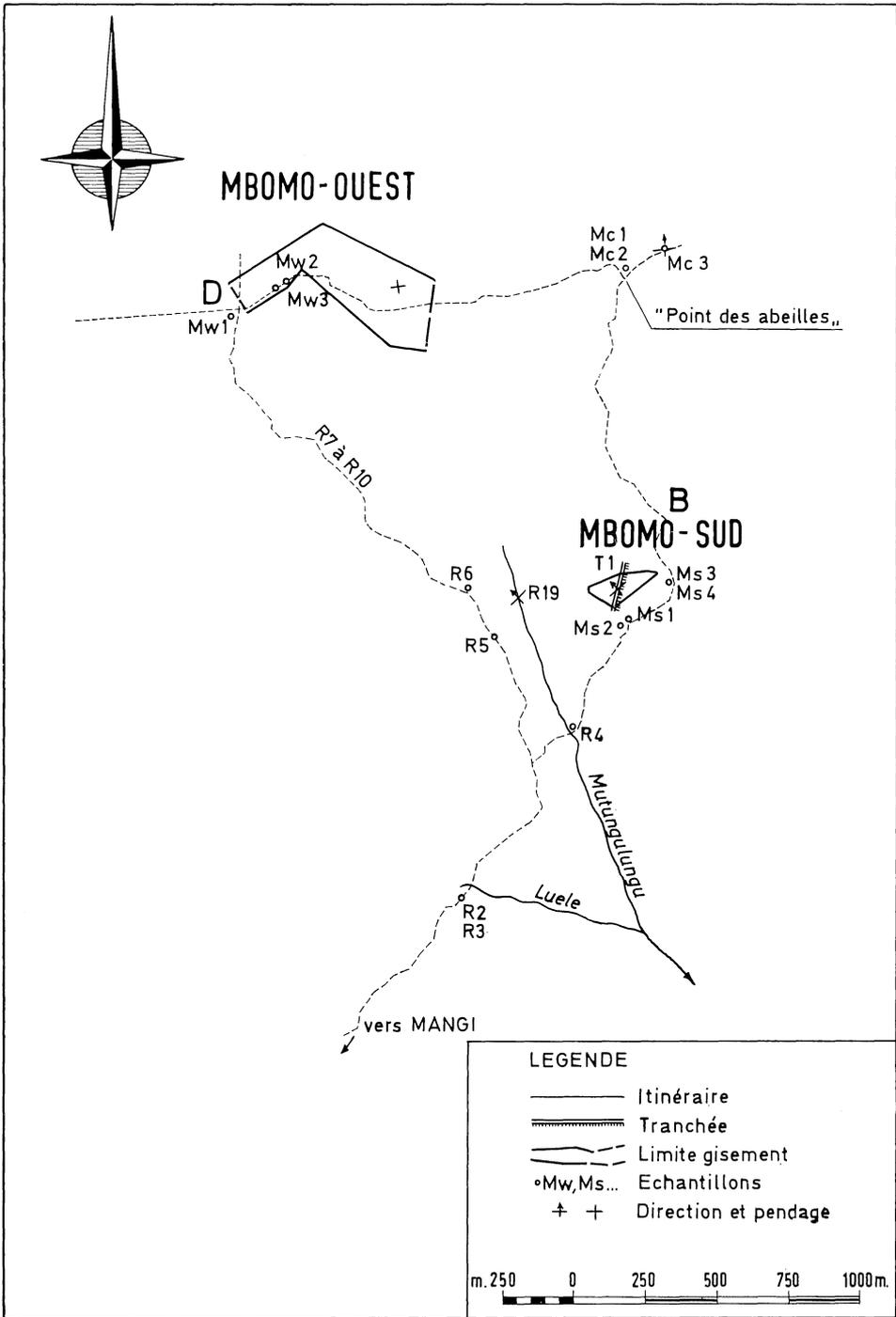


Fig. 4. — Têtes de la Mutungulungu.

Sur la base de ce qui précède, et sous réserve de levés plus détaillés, nous adoptons la succession lithostratigraphique suivante, de haut en bas :

Formation 5 — Quartzites ferrugineux; laves (?) en haut

Formation 4 — Schistes argileux ou ferrugineux à intercalations de tufs (?)

Formation 3 — Roches itabiritiques

Niveau 3b — Itabirites et quartzites ferrugineux

Niveau 3a — Minerais

Formation 2 — Schistes à intercalations volcaniques ou ferrugineuses

Niveau 2c — Séricitoschistes; une intercalation locale de lave (?); intercalations ferrugineuses vers le haut

Niveau 2b — Minerai siliceux et itabirite riche, sans doute lenticulaires

Niveau 2a — Séricitoschistes

Formation 1 — Roches clastiques : grauwackes, quartzites, possibilité de conglomérats.

Des observations magnétométriques ont été effectuées au magnétomètre de poche. Elles indiquent une différence sensible entre le Lindien et le Kibalien (2.000 gammas en plus comme back ground pour la composante verticale du champ sur celui-ci). Cependant, les différents termes de la succession ne montrent généralement pas d'écarts très marquants. Nous n'avons observé d'anomalies notables que sur des affleurements d'itabirites (jusqu'à + 10.000 et — 2.500 gammas); sur minerai, elles sont habituellement négligeables : ceci est conforme à l'abondance relative de la magnétite et de l'hématite (voir 3.2.).

2.4. *Tectonique*

Les formations sédimentaires de la région des monts Mbomo (fig. 4) ont une direction générale SW-NE, avec des inflexions locales W-E; cette orientation est fréquemment oblique par rapport à l'allongement des lignes de relief, qui se rapprochent davantage de la direction W-E. Les couches sont en général redressées, avec un pendage moyen de 60° N.

La succession partielle comprenant des itabirites, des minerais et des schistes (niveaux 3b-3a et 2c) est affectée de plusieurs failles, dont certaines ont été observées sur le terrain. Ces failles ont pour effet d'amener sur la crête les schistes du niveau 2c; elles correspondent souvent, mais pas toujours, à des cols. Nous n'expliquons pas encore un hiatus de 1,5 km où les itabirites occupent la crête, à l'W du gisement principal; mais nous avons des raisons de rechercher le prolongement du minerai sur le versant S.

Le rejet de ces failles n'a pu être précisé; il s'agit sans doute essentiellement de décrochements horizontaux avec déplacement vers le N, parfois sur plus de 300 m, des blocs situés à l'E; on pourrait penser à des effondrements radiaux avec descente relative des compartiments W, mais il faudrait des mouvements verticaux de très grande amplitude pour expliquer de tels décalages dans des séries fortement redressées. Dans un cas seulement, au SE de Pulukpulu, le déplacement relatif semble inverse. Le tracé approximatif de ces failles est indiqué par les observations de terrain : il est oblique par rapport aux directions.

Le décalage important (plus de 1 km) observé à hauteur du mont Kanwa (fig. 2), qui coïncide d'ailleurs avec une zone basse de la chaîne, correspond vraisemblablement à un accident de même nature.

On pourrait, à la rigueur, tenter d'expliquer cette configuration par une série de flexures, mais ce serait plus malaisé.

Signalons que nous n'avons guère observé de microplissements, si fréquents dans beaucoup d'ensembles itabiritiques. Dans un autre ordre de grandeur, nous n'avons relevé aucune indication concernant l'existence de plis majeurs, ni symétrie, ni charnières : la structure, dans la région étudiée, est pratiquement monoclinale.

3. MINÉRALISATION

3.1. *Types de minerais*

Les formations itabiritiques de la région de la Tele comportent :

- des itabirites typiques à zonage nettement contrasté, correspondant à une alternance de lits d'oxydes de fer et de lits de quartz relativement pur,
- des itabirites à lits quartzeux chargés d'oxydes et réciproquement,
- des quartzites ferruginaux,
- des minerais très purs ou siliceux, soit lités, soit massifs,
- des facies à goethite, celle-ci pouvant intervenir dans la composition de certains lits d'itabirites ou être un constituant du minerai riche, soit dans la masse, soit en passées.

Il ne sera pas autrement question des itabirites ni des quartzites ferrugineux, sinon pour signaler que le « mbomo », minerai coutumier, est le plus souvent un facies^s itabiritique tendre, ou tout au moins une roche ferrugineuse et siliceuse litée; sa teneur est habituellement de l'ordre de 50 % Fe.

Les types de minerais les plus courants observés à la Tele sont les suivants :

- a. Minerai dur massif, bleu ou bleu foncé, cristallin ou à grain très fin (à cassure conchoïdale), avec parfois mouches ou linéoles siliceuses blanches
- b. Minerai dur lité (deux oxydes ou hématite de deux aspects), bleu foncé, parfois poreux
- c. Minerai moyennement dur, généralement noirâtre, massif et grenu, souvent poreux, parfois bleu et lité, parfois moucheté de blanc
- d. Minerai en plaquettes, bleu et moyennement dur
- e. Minerai en plaquettes friables, bleu ou bleu foncé
- f. Minerai dur ou moyennement dur, brun foncé (goethitique), massif ou lité, souvent siliceux et vacuolaire
- g. Cuirasse limonitique.

Un type particulièrement répandu en affleurement ou blocs superficiels est le type c, surtout dans la partie E de la chaîne. Le type e ne s'observe qu'en puits ou tranchées; il est souvent poreux. Le type f est surtout représenté dans les gisements satellites au S de la crête principale.

Les minerais bleus ont souvent une cassure pourpre et une poussière rouge, typiques de leur contenu en hématite. Ils peuvent être plus ou moins siliceux, malgré leur forte teneur; le quartz peut être disséminé dans la masse ou constituer de minces passées plus ou moins lenticulaires; dans ce dernier cas, on serait déjà fondé à utiliser le mot itabirites pour les désigner. Il existe d'ailleurs des types de transition de toutes consistances.

Mais les facies tendres n'affleurent pas normalement : ils sont masqués par un

sol de végétation, souvent épais en forêt, ou par des cuirasses; les affleurements de minerai dur sont eux-mêmes peu fréquents, mais on les décèle par des boulders. Les itabirites affleurent plus souvent, ou bien se signalent par la présence de plaquettes que l'on peut parfois confondre avec du minerai de même habitus.

Les cuirasses peuvent être du type concrétionné superficiel, sableuses et conglomératiques (débris de minerais et d'itabirites). Il en est aussi qui proviennent de l'hydratation sur place d'affleurements de minerai ou d'itabirite, avec départ de silice : elles sont alors litées et vacuolaires. Nous avons observé en quelques points une cuirasse pisolithique claire, sableuse; mais il ne s'agit évidemment pas de minerai.

La densité des minerais semble varier selon leur type; elle n'approche jamais, même pour les plus riches, celle de l'hématite ou de la magnétite (52) : allant de 2,9 pour une itabirite et un minerai siliceux massif, elle est de 3,1 pour un minerai goéthitique, de 3,5 et 3,6 pour des minerais lités et de 3,8 pour un minerai moyennement dur homogène. Cela est dû à la porosité générale.

3.2. *Constitution microscopique*

L'étude microscopique a porté sur 24 échantillons superficiels de minerai et d'itabirite.

Le minéral de base est l'hématite, avec souvent un peu de magnétite résiduelle; il y a aussi une hématite primaire, bien moins abondante; elle est généralement polycristalline; les cristaux les plus grands sont maclés. Les contours de l'hématite sont le plus souvent irréguliers, mais il est aussi des plages en lattes, d'autres de forme rhombique.

La magnétite est moins abondante qu'il n'y paraît à première vue, en raison de sa martitisation; ses vestiges sont toutefois suffisants pour permettre l'attraction de la poussière d'oxydes par l'aimant simple.

La goéthite apparaît surtout comme ciment dans les facies grenus et n'intervient guère comme tapissage ou remplissage de véritables pores. Elle se développe aussi par altération superficielle, à partir de la périphérie des grains d'hématite.

Les minerais riches ont en effet, pour la plupart, l'aspect de roches remaniées; elles ont une apparence détritique, avec développement d'un ciment de goéthite dans les interstices entre les grains; il est parfois évident qu'il s'agit d'une fragmentation sur place.

Des textures particulières dans les plages d'hématite (alignement de micropores ou de micro-inclusions) sont peut-être les fantômes de carbonates antérieurs; ce serait en concordance avec certaines interprétations sur l'origine de ces minerais.

Le quartz est le constituant essentiel de la gangue; il se présente en minces passées, ou en remplissage de fissures, ou sous la forme de mosaïques avec l'hématite. Il est parfois chargé d'inclusions d'oxydes ou d'autres impuretés indéchiffrables. Un pigment limonitique en couvre souvent la surface (lisérés orange ou verts).

L'aspect lité de nombreux échantillons est dû à l'alignement de pores.

Nous ne dirons rien de la constitution microscopique des itabirites, sinon pour signaler un type particulier, gneissoïde, peut-être lié à un certain degré de métamorphisme; l'hématite, seul composé de fer, y montre des traces de transformation.

3.3. *Composition chimique*

Nous avons fait analyser 198 échantillons pour fer et silice; 30 d'entre eux ont été analysés complètement.

Une caractéristique constante est la faible quantité des éléments contenus autres que le fer et la silice :

| | | | | | | |
|--------------------------------|------|--------|---|---|--------------|-------|
| Al ₂ O ₃ | 0 | à 1,9 | % | — | moyenne 0,36 | % |
| CaO | 0,03 | à 0,15 | % | — | moyenne 0,08 | % |
| MgO | 0,05 | à 0,25 | % | — | moyenne 0,12 | % |
| Mn ₃ O ₄ | 0 | à 0,07 | % | — | moyenne 0,02 | % |
| P | 0,01 | à 0,39 | % | — | moyenne 0,05 | % (*) |
| S | 0,01 | à 0,04 | % | — | moyenne 0,02 | % |
| TiO ₂ | 0,05 | à 0,20 | % | — | moyenne 0,11 | % |

Rien dans la composition actuelle ne suggère d'antécédents carbonatés ou silicatés; signalons d'ailleurs que la perte au feu est habituellement négligeable. Mais ces indications sont provisoires, car il ne s'agit jusqu'ici que d'échantillons de surface, recueillis au cours des levés géologiques.

Nous ne donnerons, à ce stade, aucune indication précise sur la teneur en fer des minerais des monts Mbomo : contentons-nous de mentionner que nous avons réservé ce terme aux facies à plus de 60 % Fe, l'impureté la plus abondante étant la silice.

L'examen des zones de passage dans la tranchée de la crête principale est particulièrement intéressant : au mur, au-dessus des schistes sériciteux, il y a une seule tranche de 2 m de schiste ferrugineux (31,42 % Fe — 23,21 % SiO₂), puis on a directement des teneurs supérieures à 57 %, puis à 60 % Fe; au toit, on a un passage progressif étalé sur plus de 10 m du minéral en plaquettes à des itabirites (43,6 %).

Nous renonçons à décrire dans cette note préliminaire la répartition de la minéralisation et d'énumérer les amas à haute teneur repérés en prospection préliminaire : les limites, bien souvent, en sont encore imparfaitement connues, et de longues parties de la chaîne (entre Bokwadisa et Lebogo, collines de la Longele) n'avaient pu être explorées quand nous avons quitté le site (fig. 2). De même, il ne sera pas question ici de chiffres de réserves probables ou même possibles.

4. INTERPRÉTATION

4.1. *Théories sur la genèse des formations itabiritiques*

Plusieurs hypothèses ont été avancées concernant la formation des itabirites kibaliennes du Nord-Est du Zaïre, et particulièrement de la région de Kilo-Moto,

- a. Laminage de lentilles de magnétite comprises dans des roches basiques, accompagné de l'injection de quartz (M. LEGRAYE, 1940).
- b. Métamorphisme hydrothermal, avec métasomatose, soit de roches schistoïdes sériciteuses ou chloriteuses, soit de formations carbonatées sidéritiques ou ankéritiques (P. DUHOUX, 1950).
- c. Silicification et oxydation par des eaux superficielles de masses sidéritiques mises en place dans des zones broyées et cimentées par du quartz microcristallin et des carbonates (R. WOODTLI, 1955).

La deuxième hypothèse semble étayée, dans la région de Kilo-Moto, par le passage en profondeur des itabirites à des roches sidéritiques à magnétite, la troisième

(*) Une teneur exceptionnelle de 2,65 %.

surtout par des arguments structuraux (non-concordance entre les limites des formations et celles des itabirites).

J'ai étudié au Kasai deux groupes de formations itabiritiques dont l'origine paraît autre.

- Celles de Luebo-Djokupunda (P. RAUCQ, 1969) présentent des intercalations de roches basiques qui pourraient provenir d'épanchements ayant alimenté en fer les sédiments en cours de dépôt.
- Celles de Kanda-Kanda (B. MORELLI et P. RAUCQ, 1962) résultent de la dégradation d'amphibolites quartzzeuses, dérivant elles-mêmes d'hypersténites à augite et grenat.

Ces diverses interprétations, applicables à des gisements du Zaïre, sont des exemples des quatre grandes tendances entre lesquelles Ch. ANCIEN (1964) répartit les théories en cours :

- origine sédimentaire chimique ou biochimique,
- origine volcano-sédimentaire,
- origine métasomatique au départ de roches sédimentaires, de tufs ou de formations sidéritiques,
- transformation et métasomatose de roches cristallines.

Nous n'insisterons pas sur les variantes de ces théories, mais nous verrons de quelle manière elles peuvent s'adapter au cas des formations itabiritiques de la Tele. Nous nous bornerons à rappeler que celles-ci, contrairement à la plupart des itabirites africaines, ne sont pas des lambeaux métamorphiques résiduels isolés dans un contexte granitique : nous avons vu qu'elles sont associées à un ensemble de roches sédimentaires et volcaniques et que le front de granitisation, s'il existe, ne les atteint pas.

4.2. *Formation des minerais à haute teneur*

La plupart des auteurs admettent que les minerais sédimentaires à haute teneur proviennent d'un enrichissement de niveaux ferrugineux en oxydes de fer, par départ et éventuellement métasomatose de silice. C'est le cas au Canada (G. A. GROSS, 1968), en Inde (A. MISRA, 1969), en Afrique de l'Ouest (V. MARMO, 1956), au Brésil (J. V. DORR, 1964) et ailleurs. C'est également ce que nous pensons avoir observé en Guinée, dans le massif des monts Nimba et dans la chaîne du Simandou. Des arguments inattaquables sont fournis notamment par le passage du minerai à l'itabirite dans le même banc, ou encore par la porosité et le faible poids volumétrique de la plupart des minerais riches. Le départ de silice est attribué soit à un lessivage par les eaux météoriques, soit à des actions hydrothermales, soit aux deux.

Il ne semble pas que l'on ait beaucoup approfondi la possibilité que, dans certains cas, la roche originelle ait été pauvre en silice, donc qu'il n'y ait pas eu, pratiquement, enrichissement par lessivage : la plupart des auteurs considèrent ce cas comme exceptionnel, voire accidentel ; c'est d'ailleurs normal, puisqu'on voit habituellement l'association itabirite-minerai.

4.3. *Séquence de la Tele*

Exceptionnellement, le Kibalien de la Tele montre, comme on l'a vu (2.3.), une séquence comportant des facies arénacés, à tendance conglomératique vers la

base, puis des schistes sériciteux résultant de l'évolution de schistes argileux. Ces schistes contiennent une ou plusieurs intercalations ferrugineuses et sont surmontés par un passage rapide, mais indiscutable, par des roches essentiellement ferrugineuses. Celles-ci passent progressivement à des itabirites, puis à des quartzites ferrugineux. La succession est moins précise plus haut, mais il y a récurrence des schistes, avec tufs volcaniques sans doute, puis des quartzites ferrugineux à tendance itabiritique. Il n'a pas été possible, à ce stade, de développer une analyse séquentielle plus fine.

Quoi qu'il en soit, la superposition des schistes, des minerais et des itabirites, observée à diverses reprises, correspond à un processus évolutif des conditions de dépôt, amorcé à la base de la série par les quartzites plus ou moins grossiers et les grauwackes. L'ensemble constitue, dans la terminologie de A. LOMBARD (1956), une grande séquence positive dont les trois termes principaux seraient de bas en haut, dans leur état actuel :

- des roches arénacées
- des roches argileuses
- des roches itabiritiques.

Dans cette séquence, le minerai constitue un niveau qui se situe constamment entre les schistes et la principale formation itabiritique; il correspond probablement à un faciès originellement différent de celui qui a donné naissance aux itabirites proprement dites.

4.4. *Hypothèses sur l'origine des formations itabiritiques de la Tele*

Dans la séquence de la Tele, le niveau de minerai occupe la place qui est celle des roches carbonatées dans de nombreuses séries subaquatiques. Les itabirites et quartzites ferrugineux représenteraient des termes plus « positifs » encore, quel qu'ait été leur état originel.

Nous serions tentés de rapprocher respectivement le minerai et l'itabirite du calcaire (ou de la dolomie) et de la dolomie cherteuse qui font suite au schiste dans de nombreuses séries virtuelles de successions observées dans le Protérozoïque supérieur de l'Afrique au sud du Sahara.

Une telle manière de voir les choses serait en concordance avec la constatation du passage en profondeur des itabirites à des roches sidéritiques dans d'autres parties du domaine kibalien : il suffirait de supposer que le constituant carbonaté est ici de la sidérite et non de la calcite ou de la dolomie. Une objection, précisément à la Tele, est que nous n'avons décelé aucun indice d'un tel passage ou d'un tel état antérieur. De plus, il faudrait recueillir des arguments en faveur d'une précipitation directe (chimique ou biochimique) de la sidérite sur le fond de sédimentation, ou tout au moins de son développement pénécemporain du dépôt à partir de vases carbonatées d'autre composition; cela n'a rien d'impossible, puisqu'un tel processus a été établi pour la dolomie (notamment P. RAUCQ, 1957), alors qu'on l'a cru longtemps réservé au calcaire.

Une conception différente, et d'ailleurs plus classique (Ch. ANCIEN, 1954), attribue la formation des itabirites au dépôt direct d'hydrates ferriques et de silice provenant de l'achèvement de la pénéplanation et de la latéritisation du continent voisin; l'alternance observée pourrait correspondre à des fluctuations saisonnières des apports. Les avis sont partagés concernant le milieu du dépôt : bassin lagunaire ou fond océanique.

Notre étude, au stade actuel, ne nous permet pas de nous prononcer : on sait qu'il s'est formé des dolomies de précipitation dans le domaine des évaporites, des

dolomies organogènes (stromatolithiques) sur des plates-formes, et sans doute des dépôts dolomitiques par sédimentation sur des fonds océaniques.

Nous pouvons toutefois souligner certains points et avancer certaines considérations.

a. Le niveau de minerai ne suggère d'autre rythmicité qu'une alternance dans le dépôt de minéraux ferrifères différents.

b. La porosité du minerai implique un départ de matière, mais il n'est pas possible de dire s'il s'agit de l'anhydride carbonique d'un carbonate (38 % dans le cas de la sidérite), ou de l'eau d'un hydrate (34 % dans le cas de l'hydroxyde ferrique), ou de silice interstitielle ou de composition; quoi qu'il en soit, s'il s'agit de silice, elle devait avoir une mobilité plus grande que celle qui intervient dans la composition de l'itabirite. Et le processus du départ de matière resterait à préciser en tout état de cause.

c. L'apparence détritique du minerai correspond à des déplacements intimes sans doute minimes, éventuellement favorisés par une cohérence moindre due à la porosité; peut-être faut-il y voir aussi la conséquence lointaine d'une texture granuleuse originelle, par exemple oolithique.

d. L'origine du fer peut être autre que la dégradation finale d'un continent en voie de latéritisation: bien que les indices de volcanisme basique soient assez modestes dans la série, il ne faut pas sous-estimer le rôle des épanchements sous-océaniques dans l'alimentation en fer des eaux du bassin à cette époque où le sial était bien plus mince qu'aujourd'hui. Par ailleurs, on connaît mal le soubassement générateur des sédiments kibaliens, puisqu'on ignore même si leur environnement granitique, d'ailleurs mal connu, n'est pas leur équivalent repris par la palingénèse; si c'était le cas, il faudrait supposer, par exemple sous le Lindien proche, un socle qui pourrait être particulièrement basique (gabbros-norites, ultrabasites), plus typique des zones profondes de l'écorce.

RÉFÉRENCES

- ANCION, Ch., 1964. — Aspects scientifiques et économiques de l'étude des formations itabirites et des gisements de minerai fer associés. *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. 87, pp. B 21-57.
- CAHEN, L. et LEPERSONNE, J., 1967. — The Precambrian of the Congo, Rwanda and Burundi. In K. RANKAMA, *The Precambrian*, vol. 3, pp. 143-290, Interscience Publishers, New York.
- DORR, J. V. N. II., 1964. — Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. *Ec. Geol.*, vol. 59, pp. 1203-1239.
- DUHOUX, P., 1950. — Les itabirites du nord-est de la Colonie. *C. R. Congr. scient. 50^e Ann. C.S.K.*, Elisabethville, vol. II, t. II, pp. 486-489.
- LEGRAYE, M., 1940. — Grands traits de la géologie et de la minéralisation aurifère des régions de Kilo et de Moto (Congo Belge). *Mém. Inst. roy. col. belge, Sect. Sc. techn.*, coll. in-8°, II.
- LEPERSONNE, J., 1974. — Carte géologique du Zaïre dressée par les géologues du Musée Royal de l'Afrique Centrale et du B.R.G.M. sous la direction de J. LEPERSONNE. Dessiné au Musée et imprimé à l'I.G.M., Bruxelles.
- LOMBARD, A., 1956. — Géologie sédimentaire. Les séries marines. Masson et Cie, Paris et Liège.
- MARMO, V., 1956. — Banded ironstones of Kangari Hills, Sierra Leone. *Ec. Geol.*, vol. 51, pp. 798-810.

- MEHNERT, K. R., 1968. — Migmatites and the origin of granitic rocks. Elsevier Publ. Co, Amsterdam London New York.
- MISRA, A., 1969. — The Problem of the Precambrian iron-formations. The Noamundi iron bearing district of India. *Fac. Sc. Univ. Brux.*, dissertation doctorale inédite. Labo Géol. appl.
- MORELLI, B. et RAUCQ, P., 1962. — Quartzites ferrugineux de Kanda-Kanda. *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. 85, pp. B 123-148.
- PASSAU, G., 1921. — La géologie du bassin des schistes bitumineux de Stanleyville (Congo Belge). *Ann. Soc. géol. Belg., Publ. rel. Congo Belge*, t. 45 pp. C 92-251.
- RAUCQ, P., 1957. — Contribution à la connaissance du Système de la Bushimay (Congo Belge). *Ann. Musée roy. Afr. centr.*, sér. in-8°, Sc. géol., vol. 18.
- RAUCQ, P., 1969. — Les gisements d'itabirites de la région Luebo-Charlesville (Kasai). *Bull. Ac. roy. Sc. O.-M.*, 1969, pp. 321-335.
- RAUCQ, P., 1974. — Relations et signification de minerais hématitiques et de couches itabirites dans une série précambrienne métamorphique. *Bull. Ac. roy. Sc. O.-M.*, 1974, pp. 408-411.
- VERBEEK, Th., 1970. — Géologie et lithologie du Lindien (Précambrien supérieur du nord de la République Démocratique du Congo). *Ann. Musée roy. Afr. centr.*, sér. in-8°, Sc. géol., n° 66.
- WOODILL, R., 1955. — Une hypothèse sur l'origine des itabirites (note préliminaire). *C. R. somm. Soc. géol. France*, 4, pp. 52-54.

