

Académie royale
des
Sciences coloniales

CLASSE DES SCIENCES NATURELLES
ET MÉDICALES

Mémoires in-8°. Nouvelle série.
Tome VIII, fasc. 2.

Koninklijke Academie
voor
Koloniale Wetenschappen

KLASSE DER NATUUR- EN
GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen in-8°. Nieuwe reeks.
Boek VIII, alev. 2.

Les gisements de tungstène au Congo belge et au Ruanda-Urundi

Matériaux pour l'étude de leur géologie et de leur classification

PAR

N. VARLAMOFF

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES, INGÉNIEUR GÉOLOGUE,
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES.



Rue de Livourne, 80A
BRUXELLES 5

Livornostraat, 80A
BRUSSEL 5

1958

PRIX : F 125
PRIJS:

**Les gisements de tungstène
au Congo belge et au Ruanda-Urundi**

Matériaux pour l'étude de leur géologie et de leur classification

PAR

N. VARLAMOFF

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES, INGÉNIEUR GÉOLOGUE,
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES.

Les gisements de tungstène au Congo et au Ruanda-Urundi

INTRODUCTION

Dans la présente étude, l'auteur résume les observations sur les gisements de wolfram et de ferbélite du Maniéma et du Ruanda, faites au cours d'une période s'étendant de 1939 à 1957.

Les matériaux qui ont servi de base pour l'établissement du travail présenté, ont été recueillis au cours des prospections d'importants gisements des sociétés SYMÉTAÏN au Maniéma et MINÉTAÏN au Ruanda et en Urundi.

De plus, l'auteur a pu suivre depuis 1944 le développement des exploitations dans la mine de Kifuruwe de M. MARCHAL et a pu visiter depuis 1953 et 1954 les gisements de Bugarama de M. STINGLHAMBER et ceux de Nyakabingu de M. MIERGE.

Il remercie vivement les Sociétés RÉMINA, SYMÉTAÏN et MINÉTAÏN, grâce auxquelles il a pu faire les travaux sur le terrain et qui l'autorisent à publier ces pages.

Il exprime toute sa reconnaissance à MM. MARCHAL, STINGLHAMBER, PIROTTE et MIERGE qui l'ont aimablement accueillis chez eux et lui ont toujours facilité les visites de leurs gisements.

Il remercie également le Service géologique du Congo belge et la Direction des Mines qui lui ont toujours largement ouvert les portes de leurs laboratoires et qui ont autorisé M. HAÏNE à faire les analyses.

Enfin, il exprime toute sa gratitude à M. HAÏNE qui

depuis 1951 a bien voulu exécuter les 51 analyses chimiques, sans lesquelles ce mémoire n'aurait guère de signification, analyses dont les résultats sont résumés dans les *Tableaux III* et *IV* de ce mémoire.

* * *

Dans ce mémoire, l'auteur ne vise pas à la description détaillée des gisements de wolfram et de ferberite. Il essaye, en dégagant les caractéristiques essentielles propres à chaque gisement, de jeter les bases d'une classification rationnelle. Certes, ce travail présente encore de nombreuses lacunes, mais on peut espérer qu'il permettra de faire le point des connaissances acquises et de mettre à l'ordre du jour certains problèmes qui nécessitent encore beaucoup d'observations.

L'expérience et les comparaisons avec les autres gisements, tant au Congo belge que dans les pays voisins, permettront de juger si les caractères que l'on essaye de dégager peuvent faire l'objet de généralisations.

Les progrès et l'apport de nouveaux faits permettront de fortifier ou de rejeter certaines hypothèses de travail adoptées.

Plus tard, des classifications plus complètes pourront être établies, celle qui est proposée ici ne visant qu'à l'apport des premiers matériaux.

Pour coordonner les descriptions, pour leur donner une commune mesure, pour permettre des comparaisons, une classification, même imparfaite, est nécessaire. Ceux qui n'ont l'occasion d'étudier qu'un ou deux gisements, doivent avoir une idée du cadre d'ensemble, ils doivent pouvoir saisir toute l'importance et toute la signification de leur propre apport.

Les aspects purement descriptifs, cartographiques et structuraux des gisements ne seront qu'effleurés. Il faut espérer que les collègues occupés à ces travaux pourront

présenter des descriptions détaillées dans un avenir plus ou moins rapproché.

Le mécanisme de la mise en place des filons avec ferbélite, notamment, pourrait être éclairci à la lumière de tels travaux.

Comme d'habitude, l'auteur décrit les gisements situés dans les concessions des Sociétés pour le compte desquelles il a eu l'occasion de diriger des prospections. Quoiqu'il ait eu l'occasion de visiter de nombreux autres gisements, il n'en parlera pas dans ce mémoire, laissant le soin de les décrire aux collègues directement intéressés.

Le mémoire comprendra les subdivisions suivantes :

- I. Historique.
- II. Types de gisements de minerais de tungstène rencontrés au Maniéma et au Ruanda.
- III. Principales caractéristiques des gisements de wolfram des concessions SYMÉTAÏN au Maniéma.
- IV. Principales caractéristiques des gisements de ferbélite du Maniéma et du Ruanda.
- V. Relations spatiales des divers gisements de wolfram et de ferbélite.
- VI. Quelques aspects de la prospection des gisements détritiques et primaires de wolfram et de ferbélite.
- VII. Conclusions générales.

* * *

Pour éviter les contestations possibles concernant les appellations des minéraux, quelques définitions sont reproduites ci-après.

Pour la série isomorphe complète ferbélite Fe WO_4 -

wolfram ($\text{FeMn} \text{WO}_4$) avec des proportions variables de FeO et de MnO et hubnérite (MnWO_4), il est possible de classer les minéraux d'après leurs modes d'occurrence, leurs associations minérales et leurs habitus cristallins.

Pour la rédaction du mémoire, la classification suivante [9] (*) a été adoptée :

Tableau I. — Classification des minerais.

| Nom | Formule chimique | Pourcentages FeO | Pourcentages MnO |
|-----------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Ferbérite | Fe WO_4 | 18,9 à 23,6 | 4,7 à 0 |
| Wolfram | $(\text{Fe, Mn}) \text{WO}_4$ | 4,8 à 18,9 | 18,7 à 4,7 |
| Hubnérite | Mn WO_4 | 0 à 4,8 | 23,4 à 18,7 |

Voici un bref rappel des formules et les compositions des minéraux suivants :

- Scheelite : CaWO_4 qui contient théoriquement 19,47 % de CaO et 80,53 % de WO_3 .
- Anthoinite : $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{WO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ qui contient théoriquement 16,40 % Al_2O_3 , 74,90 % de WO_3 et 8,70 % de H_2O .
- Varlamoffite : qui contient 59,22 % de H_2SnO_3 et 25,55 % de SnO_2 .

* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie, p. 67.

I. Historique.

Les gisements de minerais de tungstène ne sont connus au Congo belge et au Ruanda que depuis relativement peu d'années. Les prospections et les exploitations de ces gisements ne se sont développées que depuis la dernière guerre mondiale; elles ont eu un essor particulier de 1952 à 1956.

Pour fixer les idées sur l'importance des mines produisant du minerai de tungstène et pour montrer leur développement, je citerai les chiffres des productions globales des dernières années :

Tableau II. — Production globale de minerai de tungstène au Congo belge et au Ruanda-Urundi pendant la période 1946-56.

| Années | Production en tonnes |
|--------|----------------------------|
| 1946 | 390 |
| 1947 | 445 |
| 1948 | 337 |
| 1949 | 353 |
| 1950 | 367 |
| 1951 | 616 |
| 1952 | 934 |
| 1953 | 1.124 |
| 1954 | 1.371 |
| 1955 | 1.439 |
| 1956 | 1.610 |

Les chiffres cités ci-dessus, relatifs aux années 1946-1953, ont été empruntés à la publication de A. PRIGO-

GINE [13, p. 4]; quant à ceux concernant les années 1954 à 1956, ils proviennent des publications de A. VAES [15, 16].

La littérature géologique relative aux gisements de tungstène du Congo belge et du Ruanda-Urundi est peu abondante. Il convient de rappeler brièvement les principales publications parues.

En 1926, H. BUTTGENBACH [1] signale l'existence du wolfram dans les régions granitiques du Katanga à Mulongo et à Mitambula.

En 1926 aussi, E. REINTJENS [14] renseigne du wolfram dans la région de Kikondja.

En 1943, P. LANCSWEERT [6] mentionne les gisements de wolfram du Maniéma, sans entrer dans les détails des descriptions des gisements.

En 1947, à l'occasion de la description d'un nouveau minéral, anthoinite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{WO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), l'auteur a lui-même décrit sommairement les gisements de ferbélite des Monts Misobo au Maniéma [18].

En 1947, H. BUTTGENBACH [2, pp. 519 à 522] signale les gisements de wolfram et de ferbélite connus à l'époque au Congo belge et au Ruanda.

En 1948, A. WÉRY [24, p. 43, *fig. 1*] donne la situation des principaux gisements de wolfram connus dans le domaine minier de la Compagnie des Grands Lacs au Maniéma.

En 1949, sont publiés, par les soins de A. WÉRY et de J. LEPERSONNE, les notes de R. DE DYCKER [3].

Ce dernier [3, pp. 47 à 61] situe les gisements de « wolfram » exploités par M. MARCHAL ; il note avec soin tous les faits connus à l'époque, discute les méthodes de prospection et conclut [3, p. 59] :

« Il s'agit, dans chaque cas, de filons de quartz contenant du wolfram, encaissés dans des schistes foncés ou noirs graphiteux, peu ou pas métamorphisés au contact, sauf dans un seul cas (Mogobole) où ces roches apparaissent avoir été métamorphosées en une roche cristalline

plus ou moins quartzeuse. Ces filons de quartz sont, dans de nombreux cas, des filons-couches par rapport aux terrains encaissants dont il vient d'être question.

» Dans d'autres cas, ils recouperont ces couches mais en gardant souvent une direction parallèle aux axes de plissement de celles-ci.

» Dans trois cas, ces gisements sont associés à des alluvions à la fois aurifères et wolframifères qui ont été d'ailleurs chaque fois à l'origine de leur découverte.

» L'exploitant, à l'heure actuelle, ne connaît que le wolfram dans ces filons de quartz, mais ceci ne signifie pas que ces mêmes filons ne soient pas aussi l'origine de l'or alluvionnaire dont il vient d'être question.

» De l'or visible fut trouvé notamment dans du quartz filonien du gisement de Nyabiondo, sans que des conclusions en aient été tirées quant à des recherches à entreprendre à ce sujet ».

DE DYCKER [3, p. 121-123] décrit également le filon avec wolfram de Mulegeya. Il prévoit déjà l'existence d'une zone allongée de direction N.-O. et dans laquelle devront se situer les gisements de wolfram. Il signale que la MINÉTAÏN exploite dans la rivière Mujebeshi, affluent de la Lutsiro, des alluvions aurifères qui contiennent du wolfram.

Dans ce travail, et bien qu'à l'époque (1944) les gisements primaires eussent été à peine entamés par les exploitations, les relations des gisements avec les axes des plis anticlinaux sont déjà clairement signalées.

En 1949, G. PASSAU [12] décrit les occurrences de scheelite dans les concessions de la Compagnie minière des Grands Lacs au Kivu.

En 1950, [19 et 20], en étudiant la répartition des minéralisations autour des massifs granitiques du Maniéma, l'auteur essaye de dégager les relations spatiales du wolfram et de la ferbélite ainsi que des minéraux qui les accompagnent [19, *fig. 8* et *fig. 9*; 20, *fig. 4*, p. 10]. En somme il esquisse déjà les idées qui sont plus largement développées dans le présent mémoire.

En 1952, E. POLINARD [9], décrit sommairement quel-

ques occurrences de ferbélite au Ruanda, notamment à Kifuruwe et à Rwanguba. Pour le Maniéma, il donne quelques caractéristiques pour les gisements de Kaïlo et de Kamilanga.

Il commence déjà à distinguer nettement le wolfram et la ferbélite et pour Kaïlo (Mususa II) il écrit [9, p. 510] :

... « Le wolfram est associé à la cassitérite qui moule et englobe le premier minéral. Le wolfram paraît y être antérieur à la cassitérite dans la séquence des minéralisations ».

Il note aussi que le wolfram est postérieur au quartz dont il encapuchonne les cristaux.

En 1955, A. PRIGOGINE [13] passe en revue les gisements de wolfram et de ferbélite connus dans l'est du Congo belge et au Ruanda, il en donne la situation et fournit des renseignements inédits sur les gisements de la Minière des Grands Lacs au Kivu et sur certains gisements exploités par COBELMIN au Maniéma.

Il fait remarquer que tous les gisements connus dans la région de Kadubu [13, pp. 12-13] sont situés sur un axe anticlinal de direction nord-ouest-sud-est. Les roches encaissantes sont des schistes bleus et des quartzites rapportés au système de l'Urundi.

En 1946, L. PEETERS [8] en étudiant la stratigraphie des terrains anciens du Ruanda, donne les coupes des mines de Kifuruwe (8, p. 55 *fig. 9*) ainsi qu'une photographie [7, Pl. XVI, *photo 2*] de la partie centrale du dôme de la mine de M. MIERGE à Nyakabingu avant le commencement des exploitations. Cette *photo 2* est à comparer avec la *photo 7* du présent mémoire, prise beaucoup plus tard, alors que les exploitations étaient déjà en cours.

En 1957, Ernst NIGGLI et Émilie JAGER [7] publient une étude sur l'anthonite ; suite à des études roentgenographiques et thermiques, ils confirment qu'il s'agit bien d'un minéral et non d'un mélange d'oxydes. De puissants

microscopes ont permis de se rendre compte que le minéral est en petits cristaux qui atteignent des grandeurs de 3 microns, mais dont la taille moyenne est bien plus faible ; contrairement à ce que l'auteur avait supposé en 1947, ces petits cristaux sont anisotropes et ont des indices pouvant se situer entre 1,81 et 1,82.

II. Types de gisements de minerais de tungstène rencontrés au Maniéma et au Ruanda.

Comme on l'a remarqué dans des publications antérieures [17 à 20], les gisements de minerais de tungstène communément appelés « gisements de wolfram », se composent de deux types bien distincts.

Dans l'un des types, le minéral apparaît avec les formes propres au wolfram, généralement en blocs relativement volumineux, donnant, par clivage, de belles surfaces brillantes (*photo 1*) pour ce type, les analyses chimiques accusant des pourcentages en Mn O bien supérieurs à 2 %.

Dans l'autre type, le minéral se présente avec les formes extérieures de cristaux de scheelite, communément appelés « reinite » (*photo 2*) ; la cassure est grenue ou caverneuse (*photo 8*), l'étude montre que la masse extérieure, qui est délimitée par les formes de cristaux de scheelite, est constituée par l'enchevêtrement de minuscules cristaux de ferbélite ; l'analyse chimique donne des pourcentages en MnO généralement inférieurs à 1 %, dans certains cas dépassant légèrement ce chiffre, mais n'atteignant pas 2 %.

Il s'agit donc de ferbélite (reinite) en pseudomorphoses d'après les cristaux de scheelite.

Il arrive souvent, surtout dans certains gisements, que dans la masse de la ferbélite apparaissent des taches blanches d'anthoinite.

Certains cristaux de scheelite avaient dû être remplacés, en partie, par de la ferbérîte, en partie par de l'anthoinite (*photo 3*).

Il n'est pas rare de trouver des cristaux entiers d'anthoinite (*photo 4*).

Nous avons donc :

- *Des gisements de wolfram proprement dits ;*
- *Des gisements de ferbérîte en pseudomorphoses d'après les cristaux de scheelite ; souvent, dans de tels gisements, on trouve de l'anthoinite.*

Ces différents types de gisements se distinguent par leur mode de formation, par leur situation géologique, par la composition chimique de leurs minerais, ainsi que par l'aspect physique de ceux-ci.

Les gisements de wolfram proprement dits, au Maniéma, se rencontrent soit dans le granite, soit dans les roches encaissantes au voisinage des contacts.

Schématiquement, on peut représenter la répartition de la minéralisation en wolfram par rapport aux contacts par la *fig. 1*.

Le wolfram se trouve dans les filons de quartz ou dans les greisens ; dans les filons de quartz, il est généralement associé à la cassitérite et aux sulfures, parmi lesquels les plus communs sont le mispickel, la stannine ainsi que son produit d'altération, la varlamoffite, la pyrite, la chalcopyrite et, plus rarement, la galène et la blende.

Dans les zones d'oxydation, tous les sulfures disparaissent et, avec le wolfram, on ne trouve que certains produits de leur altération, tels que la scorodite et la varlamoffite.

Les compositions chimiques des wolframs de diverses provenances sont très variables : les pourcentages de MnO varient de 2 à 17 % (voir plus loin le *Tableau III* qui donne les résultats de 29 analyses chimiques).

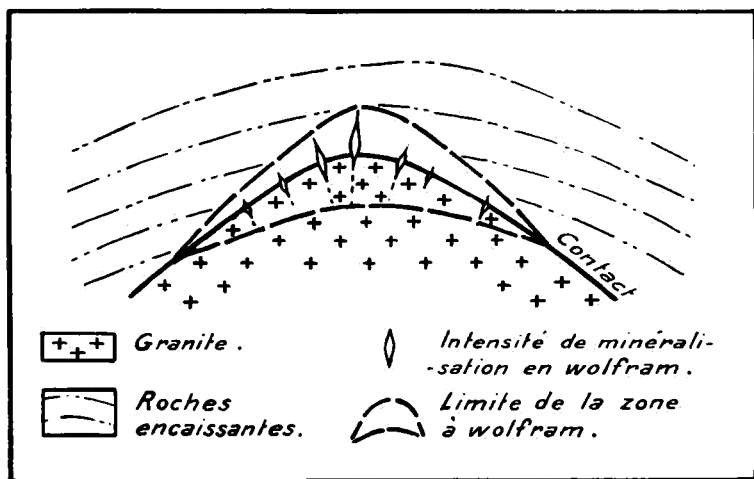


FIG. 1. — Répartition schématique de la minéralisation en wolfram par rapport aux contacts des massifs granitiques du Maniéma.

La grosseur du trait indique la plus ou moins grande abondance de wolfram.

Les gisements de ferbélite (reinite) se situent très différemment par rapport aux contacts.

Au Maniéma, ils se trouvent nettement au-dessus des contacts dans les roches encaissantes, souvent, mais pas toujours, en relation avec des structures anticlinales.

Au Ruanda, ces gisements ne sont pas en relations visibles avec des massifs granitiques bien déterminés ; les plus importants de ces gisements sont situés dans des structures anticlinales (Mines MARÉCHAL à Kifuruwe, Mines STINGHAMBER à Bugarama, Mines MIERGE à Nyakabingu près de Kigali (*photo 7*)).

On peut représenter schématiquement les positions des gisements de ferbélite du Maniéma et du Ruanda par rapport aux contacts, comme il est fait dans les *figures 2 et 3*.

Au Maniéma, la ferbélite se trouve dans les filons de quartz blanc laiteux ; elle est associée aux cristaux de cassitérite ayant les habitus de basse température et à de la tourmaline verdâtre en très fines aiguilles.

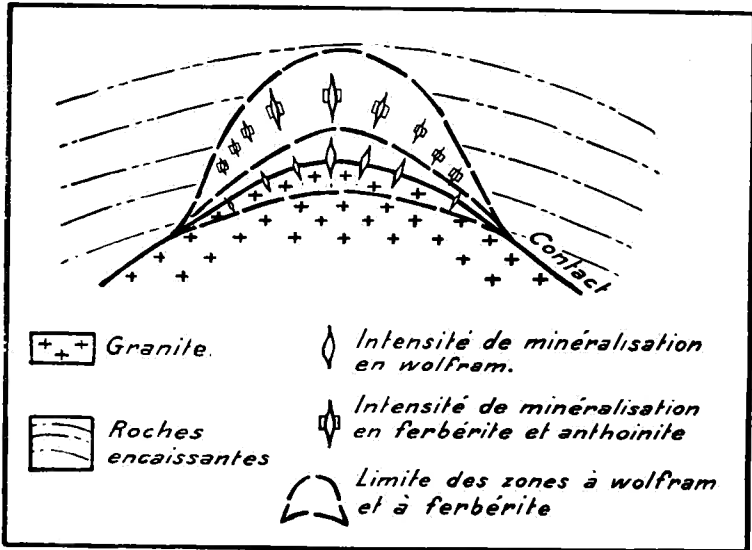


FIG. 2. — Position schématique des gisements de ferberite (en pseudomorphoses d'après la scheelite) ; sur la même figure, sont situés les gisements de wolfram proprement dit.

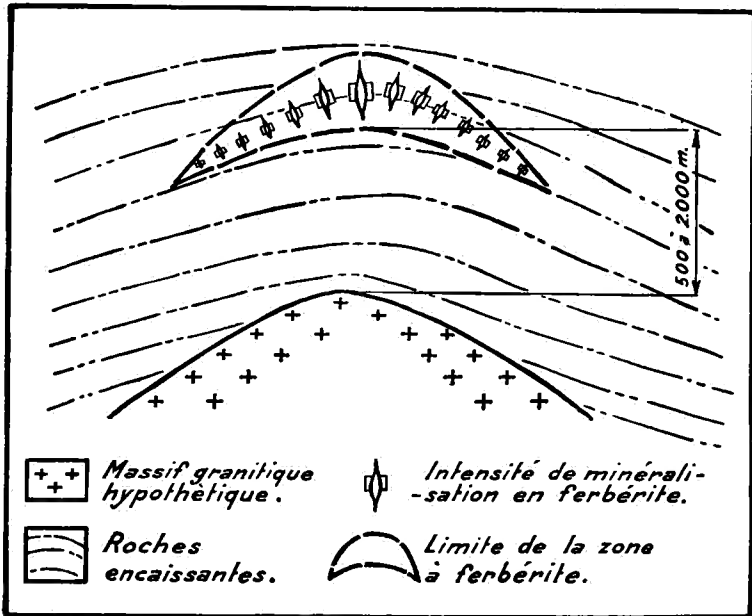


FIG. 3. — Situation schématique des gisements de ferberite par rapport aux contacts hypothétiques au Ruanda.

Au Ruanda, les gisements peuvent être, soit en relation avec les mines d'or (gisement de M. MARCHAL à Kifuruwe), soit seuls (Mines de M. MIERGE à Nyakabingu, Mines de Bugambira de la MINÉTAÏN, mines de M. STINGLHAMBER à Bugarama), soit en relation de voisinage évident avec les mines de cassitérite (secteur de Lutsiro de la Minétaï).

Qu'il s'agisse des minéralisations en ferbélite du Maniéma ou du Ruanda, partout elles sont en relation avec des schistes et des quartzites fortement graphitisés. Pour beaucoup de principaux gisements, leurs relations avec les structures anticlinales ou en dômes allongés sont bien évidentes.

La composition chimique des ferbélites de diverses provenances est remarquablement constante : les pourcentages en MnO sont généralement inférieurs à 1 % ; dans certains champs filoniens bien déterminés, cette teneur peut dépasser légèrement 1 % sans cependant atteindre 2 %. Le *Tableau IV*, que l'on trouvera plus loin, donne les résultats de 21 analyses chimiques des échantillons de ferbélite provenant des principaux gisements de SYMÉTAÏN au Maniéma et des principales mines au Ruanda.

Une des caractéristiques des filons de quartz avec ferbélite est leur grande irrégularité et leur peu de continuité (*photo 5*).

* * *

III. Principales caractéristiques des gisements de wolfram des concessions SYMÉTAÏN au Maniéma.

Les gisements décrits sont situés sur les cartes des *fig. 4* et *5*. Nos observations sur les gisements de wolfram proprement dits se limitent au Maniéma; nous n'avons pas eu l'occasion d'étudier de tels gisements au Ruanda.

1. INTENSITÉ DE LA MINÉRALISATION DE WOLFRAM.

Au point de vue quantitatif, la minéralisation en wolfram se répartit de la manière suivante :

— Les gisements dont les concentrés contiennent 10 à 50 % de wolfram par rapport à la cassitérite, se situent dans les roches encaissantes au-dessus des contacts ;

— Les gisements dont les concentrés contiennent moins de 10 % de wolfram, se situent près des contacts, les pourcentages vont en diminuant à mesure que l'on s'enfonce dans le granite.

2. RAPPORT DE LA MINÉRALISATION EN WOLFRAM AVEC LES STRUCTURES.

Par rapport aux structures, le wolfram se localise d'une façon très sensible dans les parties coupoloïdes des massifs granitiques, que celles-ci soient directement visibles, ou seulement indiquées par l'allure anticlinale des roches encaissantes.

Il semble que, lorsqu'à partir des parties coupoloïdes, on descend le long des contacts, le pourcentage en wolfram diminue très rapidement et devient insignifiant. Le schéma de la *figure 1* indique cette répartition de l'intensité de la minéralisation en wolfram par rapport à la partie coupoloïde.

La pénétration des filons de quartz avec wolfram, dans les roches encaissantes, dépend essentiellement de la plus ou moins grande fragilité de celles-ci : dans les schistes, les filons ne s'éloignent que de quelques dizaines de mètres ; au contraire, dans les roches se prêtant à la fracturation, comme les quartzites et surtout les roches basiques (dolérites), ils peuvent s'éloigner des contacts de plusieurs centaines de mètres.

Tableau III. — Analyses chimiques des wolframs des concessions SYMÉTAÏN au Maniéma.

| Région | Camp | N° des échantillons | Échantillon provenant de : | Situation approximative des échantillons par rapport aux contacts | | | | Composition chimique % | | | | Analyste | Laboratoire | N° bulletin d'analyse | Dates | |
|------------------|------------------|---------------------|----------------------------|---|----------|---------------------|-----------|------------------------|-------|-------|--------|----------|-------------|-----------------------|----------|------------|
| | | | | granite | | roches encaissantes | | WO ₃ | FeO | MnO | Résidu | | | | | Total |
| | | | | à + 50 m | à - 50 m | à - 100 m | à + 100 m | | | | | | | | | |
| Région de Kalima | Atondo | 1 | Fil. de Q. | × | | | | 75,95 | 6,44 | 17,05 | 0,12 | 99,56 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 87/1953 | 30. 3.1953 |
| | Atondo | 2 | Fil. greisen | × | | | | 75,89 | 6,38 | 17,50 | 0,09 | 99,86 | ID. | Géol. Bukavu | 168/1952 | 22.11.1952 |
| | Madjakala Lubile | 3 | Fil. greisen | | × | | | 74,22 | 14,69 | 10,00 | 1,42 | 100,33 | ID. | Bukavu | 166/1952 | 22.11.1952 |
| | | 4 | Fil. de Q. | | × | | | 75,90 | 11,13 | 10,70 | 0,33 | 98,06 | ID. | S. Chimie CRM | 98/1956 | 28.10.1957 |
| | Musala | 5 | Fil. de Q. | | × | | | 75,35 | 12,30 | 11,87 | 0,09 | 99,61 | ID. | Géol. Bukavu | 168/1953 | 19. 1.1953 |
| | Munkuku | 6 | Fil. de Q. | | × | | | 75,28 | 16,60 | 7,75 | 0,56 | 100,19 | ID. | S. Chimie CRM | 96/157 | 28.10.1957 |
| | Avuanga | 7 | Fil. de Q. | | × | | | 75,90 | 13,40 | 10,54 | 0,10 | 99,94 | ID. | Géol. Bukavu | 169/1953 | 19. 6.1953 |
| | Kamisuku | 8 | Fil. de Q. | | × | | | 75,66 | 11,14 | 13,50 | 0,20 | 100,50 | ID. | Géol. Bukavu | 109/1953 | 10. 4.1953 |
| | Kamisuku | 9 | Fil. greisen | | × | | | 75,04 | 11,29 | 11,52 | 1,28 | 99,13 | ID. | Géol. Bukavu | 174/1953 | 24. 6.1953 |
| | Mukwale | 10 | Fil. de Q. | | × | | | 74,69 | 9,40 | 12,86 | 0,19 | 97,14 | ID. | Géol. Bukavu | 88/1953 | 30. 3.1953 |

Tableau III. — Analyses chimiques des wolframs des concessions SYMÉTAÏN au Maniéma (suite).

| Région | Camp | N° des échantillons | Échantillon provenant de : | Situation approximative des échantillons par rapport aux contacts | | | | Composition chimique en % | | | | Analyste | Laboratoire | N° bulletin d'analyse | Date | |
|--------|-------------|---------------------|----------------------------|---|----------|---------------------|-----------|---------------------------|-------|-------|---------|----------|-------------|-----------------------|----------|------------|
| | | | | granite | | roches encaissantes | | WO ₃ | FeO | MnO | Ré-sidu | | | | | Total |
| | | | | à + 50 m | à - 50 m | à - 100 m | à + 100 m | | | | | | | | | |
| | Mukwale | 11 | Fil. de Q. | × | | | | 75,90 | 12,26 | 10,00 | 0,43 | 98,59 | ID. | Géol. Bukavu | 90/1953 | 30. 3.1953 |
| | Yubuli I | 12 | Fil. Greisen | × | | | | 75,98 | 11,42 | 11,90 | 0,45 | 99,75 | ID. | Géol. Bukavu | 108/1953 | 10. 4.1953 |
| | Yubuli I | 13 | Fil. de Q. | × | | | | 76,04 | 14,50 | 9,20 | 0,30 | 100,04 | IS. | Géol. Bukavu | 110/1953 | 10. 4.1953 |
| | Yubuli II | 14 | Fil. de D. | | × | | | 75,17 | 20,04 | 4,63 | 0,29 | 100,13 | ID. | Géol. Bukavu | 89/1953 | 30. 2.1953 |
| | Yubuli II | 15 | Fil. de Q. | | | × | | 74,94 | 20,43 | 3,38 | 0,80 | 99,55 | ID. | Géol. Bukavu | 86/1953 | 30. 3.1953 |
| | Yubuli II | 16 | Fil. de Q. | | | × | | 76,03 | 20,11 | 4,63 | 0,17 | 100,94 | ID. | S. Chimie C.R.M. | 96/1957 | 28.10.1957 |
| | Kakaleka II | 17 | Fil. de Q. | × | | | | 75,74 | 13,04 | 10,70 | 0,65 | 100,13 | ID. | Géol. Bukavu | 107/53 | 10. 8.1953 |
| | Kakaleka II | 18 | Fil. de Q. | × | | | | 75,87 | 13,46 | 10,12 | 0,08 | 99,53 | ID. | S. Chimie CRM | 98/1957 | 18.10.1957 |
| | Kakaleka II | 19 | Fil. de Q. | × | | | | 74,94 | 12,83 | 10,40 | 1,30 | 99,47 | ID. | Géol. Bukavu | 173/53 | 24. 6.1953 |
| | Kakaleka II | 20 | Fil. de Q. | × | | | | 75,65 | 15,44 | 7,23 | 0,66 | 98,98 | ID. | S. Chimie CRM | 98/1957 | 28.10.1957 |
| | Kakaleka II | 21 | Fil. de Q. | | × | | | 75,66 | 20,25 | 2,00 | 0,28 | 98,19 | ID. | Géol. Bukavu | 8/53 | 18.12.1952 |
| | Kakaleka II | 22 | Fil. de Q. | | | × | | 74,72 | 16,78 | 6,91 | 1,13 | 99,54 | ID. | Géol. Bukavu | 171/53 | 24. 6.1953 |
| | Kakaleka II | 23 | Fil. de Q. | | | × | | 76,04 | 17,95 | 6,00 | 0,13 | 100,12 | ID. | S. Chimie | 96/57 | 28.10.1957 |

Région Kahima

| Région de Kasese | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----|--------------|---|-------|-------|-------|------|--------|-----|-------------------------|----------|------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Kisima | 24 | Fil. de Q. | × | 75,62 | 7,90 | 15,90 | 0,38 | 99,80 | ID. | Bukavu S. Chimie | 96/57 | 28.10.1957 | | | | | | | |
| Kisima | 25 | Fil. de Q. | × | 76,00 | 9,34 | 14,96 | 0,32 | 100,12 | ID. | Bukavu S. Chimie | 96/57 | 28.10.1957 | | | | | | | |
| Kisima | 26 | Fil. de Q. | × | 75,73 | 8,25 | 14,25 | 1,12 | 99,35 | ID. | Bukavu Géol. | 106/1953 | 10. 4.1953 | | | | | | | |
| Bakwame | 27 | Fil. de Q. | ? | 75,95 | 7,20 | 15,85 | 0,28 | 99,28 | ID. | Bukavu Géol. | 166/1953 | 19. 6.1953 | | | | | | | |
| Sensibi | 28 | Fil. de Q. | × | 75,60 | 12,47 | 11,03 | 0,82 | 99,92 | ID. | Bukavu Géol. | 172/1953 | 24. 6.1953 | | | | | | | |
| Sensibi | 29 | Fil. greisen | × | 74,81 | 10,67 | 13,41 | 0,49 | 99,38 | ID. | Bukavu Géol. | 167/1953 | 19. 6.1953 | | | | | | | |
| Bakwame | | | ? | 75,89 | 8,04 | 14,96 | 0,23 | 99,12 | ID. | Bukavu S. Chimie C.R.M. | 125/1957 | 1957 | | | | | | | |

REMARQUE : Les analyses chimiques dont les résultats sont reproduits ci-dessus ont été faites non sur du minerai tout-venant, mais sur des minéraux aussi purs que possible.

Les chiffres de la troisième colonne « échantillon » permettent de retrouver la situation des échantillons sur les cartes des figures 4 et 5.

Les signes × désignent dans les colonnes 5 à 8 les situations relatives des échantillons par rapport aux contacts des granites. Les abréviations dans la colonne « Laboratoire » ont les significations suivantes :

S. Chimie C. R. M. = Section de Chimie du Centre de Recherches minières-Bukavu.
Géol. Bukavu = Laboratoire de Chimie du Service géologique-Bukavu.

3. COMPOSITION CHIMIQUE DES WOLFRAMS.

Quant aux compositions chimiques des wolframs des diverses provenances, elles montrent des variations assez sensibles.

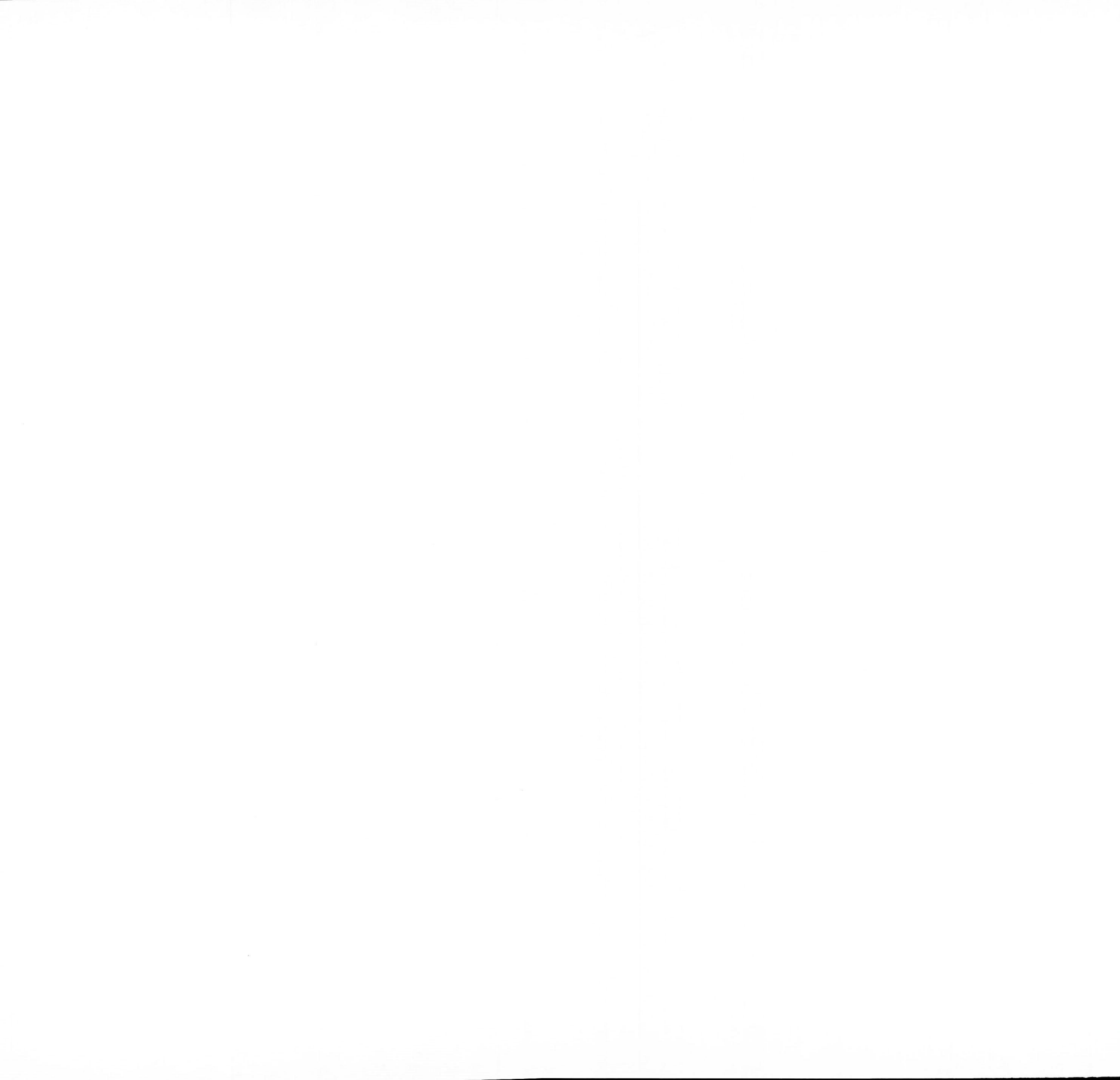
Cependant, il est possible d'établir le sens des variations des pourcentages de FeO et de MnO suivant les positions qu'occupent les filons par rapport aux contacts.

Le *tableau III*, ci-avant, donne une série d'analyses chimiques de wolframs provenant des filons diversement situés par rapport aux contacts.

Il convient de noter que les analyses ont été faites, non sur les minerais, mais bien sur des minéraux aussi purs que possible.

Il est intéressant de constater que les pourcentages en MnO varient d'une façon remarquable : dans la région de Kalima, comme l'indique le tableau III, les pourcentages sont les plus élevés dans les échantillons qui proviennent des parties les plus profondes des granites et ils diminuent lorsqu'on s'approche des contacts ; au-dessus de ceux-ci, le wolfram tend à se rapprocher de la composition de la ferbélite. Dans la région de Kasese, les faits sont moins nets parce que les échantillons proviennent tous des environs immédiats des contacts.

a) Dans la région de Kalima (fig. 4), il fut possible de recueillir des échantillons de part et d'autre des contacts dans les camps Yubuli et Kakaleka II ; ailleurs les échantillons prélevés en points variés, confirment statistiquement les observations faites à Yubuli et à Kakaleka II. Le cas de Kakaleka II est très intéressant parce que, en partant des wolframs prélevés dans le granite, on trouve toute une série de gisements qui conduisent vers les gisements de ferbélite (reinite) des monts Misobo (camp Bugobiri). J'examinerai cet ensemble de gisements après avoir décrit les gisements de ferbélite des Monts Misobo.



Pour le moment, il convient de constater que :

— *A Yubuli, fig. 7* (échant. 12 à 16 du *tableau III*), dans le massif granitique, les pourcentages de MnO dans le wolfram sont de 11,90 et de 9,20 ; dans les schistes, au-dessus des contacts, ils sont de 4,63 et de 3,38 ;

— à *Kakaleka II, éluvions Bisamengo, fig. 8* (échant. 17 à 21 du *tableau III*), dans le granite, non loin des contacts, les pourcentages en MnO sont de 10,70 — 10,12 — 10,40 — ; près des contacts et au-dessus, ils sont de 7,23 et de 2,00 ; à Kibongobongo, dans des filons de quartz qui se trouvent à plus de 50 m du granite, les pourcentages de MnO (échant. 22 et 23 du *tableau I*) sont de 6,00 et de 6,90.

C'est dans la partie la plus profonde du grand filon d'Atondo que l'on rencontre les plus forts pourcentages de MnO : 17,05 et 17,50.

Ailleurs, dans les massifs granitiques de Kalima, on a, à l'intérieur du granite ou près des contacts, des pourcentages en MnO de 7,75 — 10,00 — 10,54 — 10,70 — 11,52 — 11,87 — 12,86 — 13,50 : ces pourcentages sont très semblables à ceux rencontrés à Yubuli, Kakaleka et ses sous-camps Bisamengo et Kibongobongo.

b) *Dans la région de Kasese (fig. 5)* (échant. 24 à 30 du *tableau III*), près des contacts, on note les pourcentages en MnO de 11,03 — 13,41, 14,25 — 14,46 et 15,90, qui sont sensiblement plus forts que ceux qui ont été obtenus pour les wolframs de Kalima situés de la même façon par rapport aux contacts.

Dans les camps de Kasese, le wolfram est en quantités exploitables et forme souvent une part importante, allant jusque 50 et 80 % des concentrés, le restant étant constitué par de la cassitérite.

Les échantillons provenant du camp Bakwame (*tableau III*, n° 27 et 30) méritent une attention spéciale.

Ces échantillons proviennent, en effet, des filons encaissés dans des schistes ; or, ils ont des pourcentages en MnO de 15,85 et de 14,96, qui sont du même ordre de grandeur que ceux de Kisima, situés sur les contacts ou à quelques mètres dans le granite.

Il se peut que les filons de Bakwame représentent la manifestation, en surface, d'une apophyse granitique toute proche. Dans ce cas, leur composition n'aurait rien d'anormal. Cependant, si cette hypothèse ne se vérifiait pas, il serait très intéressant de poursuivre l'étude des wolframs de Kasese pour déterminer le sens des variations de leurs pourcentages en MnO ainsi que l'amplitude de cette variation éventuelle.

Conclusions quant aux analyses chimiques.

En examinant le *tableau III*, on peut constater que ni à Kasese ni à Kalima, nous n'avons d'hubnérite proprement dite ; en général les compositions chimiques restent assez éloignées de celle de ce dernier minéral, mais en revanche, elles se rapprochent souvent très fort de la ferbélite.

De plus, lorsque dans un même endroit, on analyse les wolframs provenant des filons de quartz et des greisens, les pourcentages en MnO restent du même ordre de grandeur et ne semblent pas dépendre directement de la gangue qui les contient.

Il est aussi intéressant de noter que dans la région de Kalima, il y a une nette tendance des pourcentages en MnO à diminuer à partir du granite vers les contacts et les roches encaissantes (*figures 7 et 8*).

En effet, dans les zones situées au-dessus des contacts, on passe franchement, comme nous le verrons plus loin, à la ferbélite. Il convient de souligner ce fait particulier, parce qu'il ne corrobore pas les conclusions de A. E. FERSMAN telles qu'elles sont résumées dans sa fameuse « clef géochimique » et sur le diagramme géochimique

relatif aux pneumatolites wolframifères transbaïkaliens [3, p. 190].

D'après ses conclusions, les pourcentages en MnO devraient aller en augmentant vers la surface. Or on observe le phénomène inverse. Il est donc probable que les conditions de formation des gisements ne sont pas les mêmes.

Pour les recherches, ce point est à retenir et il serait dangereux d'appliquer *a priori* ces règles dans une région inconnue.

4. NATURE DES FILONS DE QUARTZ QUI CONTIENNENT LE WOLFRAM ET LES MINÉRAUX ASSOCIÉS.

Au Maniéma, dans les concessions SYMÉTAÏN, le wolfram se trouve soit seul, soit, le plus souvent, avec la cassitérite, dans les mêmes filons de quartz que cette dernière.

Les filons de quartz avec cassitérite ont déjà été décrits dans tout une série de publications [18 à 22], aussi je ne rappellerai ici que leurs caractéristiques essentielles.

En principe, tous les filons qui contiennent de la cassitérite peuvent contenir du wolfram en quantités généralement très faibles, mais qui, dans certains cas, peuvent devenir assez importantes pour constituer des gisements mixtes wolfram-cassitérite ou des gisements à wolfram prédominant.

Il est à noter que les filons de cassitérite avec wolfram, rencontrés jusqu'à présent, ne se sont jamais révélés être de grande importance : leurs longueurs dépassent rarement 50 m et, encore plus rarement, 100 m ; leurs épaisseurs dépassent rarement 0,50 m et encore moins fréquemment 1 m.

Comme il a déjà été signalé, le wolfram se trouve dans des fissures qui sont, en général, distinctes des fissures remplies par la cassitérite. Pour cette raison,

les relations entre le wolfram et la cassitérite sont demeurées longtemps indéterminées ; il était impossible de dire lequel des deux minéraux était le plus récent.

Grâce au développement des exploitations et aux observations de M. MEURICE, chef de camp SYMÉTAÏN, il est possible de lever cette indétermination. M. MEURICE a découvert dans les chantiers de Kibongobongo un cristal de wolfram parfaitement terminé, recouvert de petits cristaux de cassitérite, appartenant aux formes de basse température [22] (voir *photo 6*) ; il ne fait donc pas de doute que, pour tout une partie des gisements au moins, le wolfram a cristallisé avant la cassitérite. Quant au wolfram, associé aux formes de cassitérite de haute température, l'incertitude subsiste ; aucune observation directe n'ayant encore été faite.

Ci-dessous, sont décrits les divers types de filons de quartz avec wolfram et cassitérite.

a) *Filons de quartz avec rares cristaux de microcline.*

Le wolfram avec les plus forts pourcentages de MnO (Atondo 17,50 et Kamisuku 13,50) se trouve en relation avec les filons de quartz, qui constituent déjà des transitions vers les pegmatites, c'est-à-dire qui contiennent des cristaux de microcline en diverses proportions.

Le wolfram d'Atondo est associé aux cristaux de cassitérite dont les habitus appartiennent aux hautes températures de cristallisation de la cassitérite [23].

A Kamisuku, le wolfram est associé aux habitus des températures moyennes [23].

A Atondo, le grand filon contient, en plus, d'importantes quantités de topaze incolore, laiteuse ou légèrement jaunâtre, de la stannine ou de la varlamoffite et divers micas : mica gris argenté, mica vert, mica jaune-paille.

Le mica gris en paillettes de 1 à 2 cm est collé aux épontes ou bien remplit des fissures à l'intérieur du filon ; il est le plus ancien ; le mica vert est un des constituants

principaux du greisen ; le mica jaune-paille est un des derniers minéraux cristallisés dans les filons, il remplit des fissures traversant tous les cristaux des autres minéraux.

Dans ces filons, le wolfram est très rare quoique parfois il forme des nids assez importants. On ne peut traduire sa proportion par rapport à la cassitérite que par les mots « traces rares ».

A Kamisuku, les minéraux accessoires sont les micas, et, quoique rarement, de petits cristaux de topaze transparente et de la varlamoffite ou de la stannine.

b) *Filons de quartz blanc laiteux et les greisens qui les accompagnent.*

La plus grande partie de la cassitérite provient de ces filons et des greisens qui sont en relation avec eux.

Ces filons se trouvent près des contacts ; parfois ils pénètrent dans les roches encaissantes, mais dans celles-ci, ils passent rapidement au type suivant dont il sera question plus loin.

Dans ces filons, on trouve de la cassitérite avec les habitus de température moyenne [23], beaucoup de micas et de greisen aux épontes, de la stannine et de la varlamoffite, très peu de chalcopryrite.

Dans la région de Kalima, dans les filons de quartz de ce type, les pourcentages en MnO des wolframs se situent entre 13 % et 10 % ; deux cas existent avec des pourcentages de 7 % et de 2 %.

Les proportions de wolfram par rapport à la cassitérite dans les concentrés sont insignifiantes et ne dépassent pas une fraction de pour-cent.

Dans la région de Kasese, les pourcentages de MnO pour les wolframs de ce type de gisement se situent entre 11,03 % et 15,90 %.

Les pourcentages de MnO sont donc plus élevés qu'à Kalima.

Il faut également remarquer qu'à Kalima, la proportion du wolfram par rapport à la cassitérite, est nettement plus faible qu'à Kasese où elle peut atteindre jusque 50 à 75 % des concentrés.

A Kasese, dans les filons de quartz et dans les greisens, on rencontre assez fréquemment de la topaze laiteuse en cristaux atteignant jusque 2 cm.

Il y a également de la stannine ou de la varlamoffite, mais ces minéraux sont moins fréquents que dans la région de Kalima.

Comme il a été dit plus haut, pour Kasese, nous n'avons pu avoir que des échantillons proches des contacts et il n'est pas possible de conclure à une progression certaine des pourcentages de MnO. Dans une telle région, à l'intérieur des granites, on devrait pouvoir trouver de l'hubnérite.

c) *Filons de quartz blanc dans les schistes, quartzites et roches basiques.*

Dans ces filons, généralement, il n'y a que très peu de mica souvent même il peut être absent. En surface, les filons sont à quartz « cariés », imprégnés d'oxydes de fer. En profondeur, il existe sans doute de fortes teneurs en pyrite et autres sulfures de cuivre.

L'aspect extérieur de ces filons est très différent de celui des filons décrits précédemment.

Dans la région de Kalima, le wolfram de tels filons a des pourcentages en MnO variant de 2 à 6 %. Il est associé à de la cassitérite de basse température [23] en petits prismes trapus. Les proportions du wolfram par rapport à la cassitérite peuvent atteindre 10 à 20 %.

Dans la région de Kasese, dans le camp Bakwame, il existe des filons dans des schistes gris ; ces filons toutefois ont du wolfram avec des pourcentages en MnO tellement semblables aux pourcentages que l'on trouve près des contacts, qu'il serait logique de supposer,

jusqu'à preuve du contraire, qu'ils se trouvent tout près d'une apophyse granitique non encore décapée par l'érosion. Les sondages et les travaux en cours préciseront cette question.

5. CONCLUSIONS POUR LES GISEMENTS DE WOLFRAM.

a) Il semble se préciser que le wolfram est antérieur à la cassitérite ; celle-ci dans les chantiers de Kibongobongo cristallise sur les cristaux de wolfram. D'autre part, M. POLINARD [9, p. 510] signale le même fait pour Mususa dans la région de Kailo.

b) Pour la région de Kalima, les compositions chimiques montrent nettement, pour les pourcentages en MnO des wolfram, une tendance à diminuer en partant des granites et en allant vers les contacts et vers les roches encaissantes.

Ce fait est important à noter parce qu'il ne corrobore pas les faits établis par A. E. FERSMAN pour les gisements de wolfram de l'Oural. Nous nous trouvons dans des conditions géologiques probablement assez différentes de celles de l'Oural.

Cette question sera reprise dans des études plus spécialement consacrées à la distribution des compositions des tungstates en fonction des conditions de leur gisement et de la nature des granites associés.

IV. Principales caractéristiques des gisements de ferbérîte du Maniéma et du Ruanda.

Les situations géographiques des divers gisements de ferbérîte sont données sur la carte de la *fig. 6*.

1. ASPECTS DU MINÉRAL.

Les gisements de ferbérîte se caractérisent par le fait qu'à l'origine, ils étaient constitués par la scheelite qui

a été complètement remplacée par la ferbélite (reinite) et l'anthoinite. Ces deux minéraux se présentent d'ailleurs avec les formes extérieures de la scheelite.

La *photo 4* représente un cristal d'anthoinite, les *photos 1 à 8* représentent des cristaux de ferbélite (réinite) tels que l'on peut en récolter dans divers gisements. Les *photos 11 à 12* montrent des cristaux mixtes ferbélite-anthoinite.

En réalité, il ne s'agit pas de véritables cristaux de ferbélite et d'anthoinite, mais de remplacements de la scheelite par de minuscules cristaux de ferbélite, atteignant rarement 1 mm de longueur ; quant à l'anthoinite, les dimensions de ses cristaux sont très petites : d'après le récent travail de E. NIGGLI et Émilie JAGER [7], elles seraient de l'ordre de 1 à 3 microns et plus petites.

Le minerai se présente sous des aspects différents suivant les processus de remplacement qui ont eu lieu. Lorsque la scheelite a été complètement remplacée par de la ferbélite, le minerai est compact à grains fins ; dans ce cas, on peut trouver des cristaux qui gardent encore les formes extérieures des cristaux de scheelite (*photo 2*) ; lorsque le remplacement par la ferbélite n'a été que partiel suivant un réseau de fissures et lorsque, plus tard, le restant de la scheelite a été remplacé par l'anthoinite, il s'est formé un minerai mixte, caverneux (*photo 8*) et très friable, donnant de grandes difficultés pour la récupération industrielle de la ferbélite.

Les cristaux individuels ont toutes les dimensions depuis le millimètre jusque 25 cm ; cependant, la taille moyenne varie entre 2 et 10 cm.

Le poids des cristaux individuels varie de quelques grammes à plusieurs kilos, rarement le poids se chiffre par des dizaines de kilos. Jusqu'à présent, le plus grand cristal bien individualisé que j'ai rencontré pesait 20 kg.

Les agrégats de cristaux peuvent constituer des masses pesant de quelques kilos à quelques centaines de kilos. Ces dernières sont très rares.

Le minerai est réparti par nids dans les filons, il ne se présente qu'exceptionnellement en placages réguliers aux épontes.

2. RELATION DES GISEMENTS AVEC LES STRUCTURES.

a) *Au Maniema*, dans la région de Kalima, le gisement de ferbélite du Mont Misobo est situé dans l'axe d'un dôme allongé, constitué par des quartzites et des schistes noirs graphiteux.

A Punia, dans les éluvions de la rivière Bangandu, je n'ai trouvé que quelques débris de ferbélite ; dans la région de Sukumakanga, au camp Omate, une petite production de ferbélite a été faite ; il n'a pas été possible de préciser les structures.

b) *Au Ruanda*, les principaux gisements tels que ceux des mines de Kifuruwe, de Bugarama, de Nyakabingu, sont en relations évidentes avec des structures anticlinales ou en dômes. Tous ces gisements sont situés soit dans des schistes noirs, soit dans des quartzites noirs ou gris fortement graphitisés (voir *photo 7*).

Dans la région de Lutsiro, ils se trouvent dans une bande de schistes noirs graphiteux, longue de plusieurs kilomètres ; cette bande de schistes fait partie d'une unité structurale de grande envergure, il est impossible, jusqu'à présent, de relier la minéralisation de ferbélite à cette structure.

3. REMARQUES SUR LES ROCHES ENCAISSANTES.

Il est remarquable de constater qu'au Maniéma et surtout au Ruanda, les principaux gisements de ferbélite sont en relation avec des schistes et des quartzites caractérisés par une forte graphitisation qui leur donne un aspect noir caractéristique.

Il s'agit bien d'une graphitisation et non d'un état originel de ces roches. En lames minces, on constate que la graphitisation se surimpose sur des séricitoschistes ou sur des quartzites sériciteux. En affleurements, si on les observe soigneusement, on peut noter que les bandes les plus noires ne suivent pas toujours la stratification et que, de ce fait, la fissuration a pu jouer un certain rôle dans la pénétration de la graphitisation. Enfin, dans le petit gisement de Tsharwa, le phénomène de superposition de la graphitisation est plus net qu'ailleurs ; là, les filonnets de quartz sont encaissés dans les micaschistes à grosses paillettes de mica visibles à l'œil nu ; le graphite se trouve entre les micas et dans les fissures, tandis que la tourmaline verte en fines aiguilles qui accompagne souvent la minéralisation de ferbélite, forme des petits filonnets et remplace les micas à partir de ceux-ci.

Comme on le verra plus loin, la graphitisation n'est pas la même partout.

Il faut également noter que des schistes noirs graphiteux existent ailleurs que dans les régions à gisements de ferbélite ; jusqu'à présent, ces schistes n'ont pas encore été étudiés systématiquement et l'origine de leur graphite n'a pas encore été déterminée.

4. NATURE DES FILONS DE QUARTZ DANS LESQUELS SE TROUVE LA FERBÉRITE.

Les filons de quartz avec ferbélite et anthoinite, lorsqu'ils n'ont pas été trop disloqués par des mouvements postérieurs à leur formation, montrent qu'ils sont formés par des cristaux de quartz grossièrement délimités et orientés perpendiculairement aux épontes.

Dans les filons importants, les individus cristallins peuvent atteindre le poids de plusieurs centaines de kilos.

Le quartz est blanc-laiteux.

De tels filons semblent s'être formés dans des cassures largement ouvertes. Ont-ils cristallisé à partir des solutions et pendant combien de temps ? La question reste encore à étudier.

Au sujet de ces filons et de leur cristallisation, je signale la publication de D. P. GRIGORIEFF [5, *fig. 2*, p. 184], qui traite théoriquement un cas semblable en expliquant la formation des cristaux de ce type à partir de solutions.

Souvent, dans la masse de quartz blanc-laiteux, on rencontre des taches noires, bleutées ou grisâtres, de forme grossièrement hexagonale. Lorsque l'on dégage avec précaution ces hexagones, on obtient des formes dont l'origine, comme celle des taches d'ailleurs, est encore obscure et fera l'objet d'études ultérieures.

Lorsque les filons ont été affectés par des mouvements postérieurs à leur formation, suivant la plus ou moins grande intensité de dislocation, on peut encore, plus ou moins, identifier la nature particulière de leur cristallisation, à moins que les filons ne soient complètement broyés, comme cela peut arriver.

5. ALLURE DES FILONS AVEC FERBÉRITE.

Dans tous ces gisements, les filons de ferbélite se caractérisent par leur irrégularité et leur manque de continuité. Ces filons, dans un même-gisement, peuvent être franchement recoupants ou interstratifiés ; ils peuvent être logés dans la schistosité, dans les diaclases ou dans les zones de broyage (*photos 5, 11 et 12*).

Les connexions entre tous ces filons ne sont pas faciles à suivre, surtout lorsque le gisement n'est pas bien dégagé par les exploitations.

Souvent un filon recoupant passe à un filon interstratifié ou à un filon dispersé dans la schistosité et les diaclases.

L'auteur a pu suivre, depuis 1941, le développement des exploitations de la mine de Kifuruwe ; il semble que tout le réseau filonien est conditionné par deux ou trois gros filons recoupants, qui ont dû servir de voie d'accès aux venues de quartz et des minéralisations ; à partir de ces principaux filons se développe tout un réseau de filons et filonnets en utilisant toutes les fractures possibles (*photos 11 et 12*).

Il est probable que tous ces filons et filonnets appartiennent à une seule et même venue de quartz.

Les *photos 5 et 11*, prises dans les différentes mines du Ruanda, montrent les allures de divers types de filons. Ces photos sont suffisamment claires par elles-mêmes et ne nécessitent pas d'autres commentaires que ceux qui sont donnés dans les légendes correspondantes.

L'irrégularité des filons est très importante à noter, car elle complique fortement les prospections et les exploitations.

Je reparlerai de cette question dans la partie consacrée aux prospections et aux évaluations des réserves des gisements de wolfram et de ferbélite.

6. COMPOSITION CHIMIQUE DES FERBÉRITES.

Le *tableau IV* résume les analyses faites sur des ferbérîtes de diverses provenances. On notera que, généralement, les pourcentages en MnO sont inférieurs à 1 %.

Pour Lutsiro, cependant, le pourcentage est plus élevé que pour les autres régions ; on note, en effet, qu'il varie de 1,11 à 1,80.

Extérieurement, le minerai de Lutsiro ne diffère pas sensiblement des autres minerais à ferbélite ; remplacements d'après la scheelite, présence d'anthoinite.

Dans les gisements de ferbélite de Bengobiri, au Maniéma, de Bugarama, de Lutsiro et de Nyakabingu au Ruanda, j'ai rencontré quelques échantillons de fer-

Tableau IV. — Analyses chimiques des ferbérîtes du Maniéma et du Ruanda.

| Provenance | | Gisements et minéraux associés à la ferbérîte | Composition chimique en % | | | | Labora- toire | N° bulletin d'analyse | Date | | | | | |
|------------------|---------------------------|--|--|-----------|-----------------------|-------|------------------|--------------------------|------|--------|-------------|------------------|----------|----------|
| Région | Camp ou mine | | échant. % | Remarques | WO ₃ | FeO | | | | MnO | Ré- sidu | Total | Analyste | |
| MANIÉMA | | | | | | | | | | | | | | |
| Malima | Bengobiri | 31 | | | Cassitérite | 75,21 | 23,78 | 0,50 | 0,09 | 99,58 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 164/1952 | 22.11.52 |
| Kalima | Bengobiri | 32 | | | Cassitérite | 75,90 | 23,55 | 1,00 | 0,13 | 100,58 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 167/1952 | 22.11.52 |
| Kalima | Bengobiri | 33 | Ferbérîte à grosses lames comme Wol- fram | | Cassitérite | 75,34 | 23,70 | 0,36 | 0,56 | 99,96 | G. HAINE | S. Chimie CRM | 96/57 | 28.10.57 |
| Punia | Ehuv. Bangandu | 34 | | | Cassitérite | 73,24 | 23,24 | 0,87 | 0,57 | 97,99 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 6/1953 | 18.12.52 |
| Sukuma- Kanga | Omate | 35 | | | Cassitérite | 74,37 | 24,19 | 0,37 | 0,21 | 99,14 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 7/1953 | 18.12.52 |
| RUANDA | | | | | | | | | | | | | | |
| Kifuruwe | Mine MARCHAL | 36 | moitié supé- rieure du gi- vionnaire sément | | Or allu- vionnaire | 69,99 | 26,70 | 0,94 | 0,27 | 97,90 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 10/53 | 18.12.52 |
| Kifuruwe | Mine MARCHAL | 37 | partie infé- rieure du gi- vionnaire sément | | Or allu- vionnaire | 74,58 | 23,57 | 0,87 | 0,44 | 99,46 | H. HAINE | Géol. Bukavu | 11/53 | 18.12.52 |
| Bugarama | Mine STING- LHAMBER | 38 | ferbérîte à grains fins | | | 74,57 | 23,70 | 0,97 | 1,08 | 100,32 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 96/57 | 28.10.57 |

Tableau IV. — Analyses chimiques des ferbérîtes du Maniéma et du Ruanda (*suite*).

| Provenance | | | Gisements et minéraux associés à la ferbérîte | Composition chimique en % | | | | | Analyste | Laboratoire | No bulletin analyse | Date |
|--------------|----------------------------|---|---|---------------------------|------|------|---------|----------|----------------|-------------|---------------------|------|
| Région | Camp ou mine | Remarques | | WO ₃ | FeO | MnO | Ré-sidu | Total | | | | |
| Bugarama | Mine STING-LHAMBER | 39 ferbérîte en grandes lames comme Wolfram | 75,30 | 22,98 | 1,15 | 0,77 | 100,20 | G. HAINE | S. Chimie CRM. | 96/57 | 28.10.57 | |
| Nyakabin-gu | Mine MIERGE | 40 ferbérîte à grains fins | 70,64 | 22,62 | 0,93 | 5,45 | 99,64 | G. HAINE | S. Chimie CRM. | 96/57 | 28.10.57 | |
| Nyakabin-gu | Mine MIERGE | 41 ferbérîte grosses lames comme Wolfram | 71,63 | 22,26 | 1,52 | 4,36 | 99,77 | G. HAINE | S. Chimie CRM. | 96/57 | 28.10.57 | |
| Katumba Nord | Mine MINE NÉTAIN Kintaruli | 42 | 73,68 | 24,33 | 1,48 | 0,76 | 100,25 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 18/54 | 12.4.57 | |
| Katumba Nord | Mine MINE NÉTAIN Tsharwa | 43 | 75,69 | 23,49 | 0,53 | 0,22 | 99,93 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 18,54 | 12.4.54 | |
| Katumba Nord | Mine MINE NÉTAIN Rugera | 44 | 74,80 | 22,55 | 1,85 | 0,37 | 99,57 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 18/52 | 12.4.54 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------|-----------|------------------|-------|-------|------|------|--------|----------|-----------------|-----------|------------|
| Minétain Lutsiro | Colline Kabera | 45 | Tourmaline verte | 73,93 | 21,42 | 1,31 | 2,95 | 99,61 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 254 /1953 | 5. 9.53 |
| Minétain Lutsiro | Lutsiro | 46 | Tourmaline verte | 74,08 | 21,69 | 1,11 | 2,87 | 99,75 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 253 /1953 | 6. 9.53 |
| Minétain Lutsiro | Filon Muejebeshi | 47 | Tourmaline verte | 74,25 | 21,18 | 1,80 | 2,80 | 100,03 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 252 /1953 | 5. 9.53 |
| Minétain Lutsiro | Filon Muregeya | 48 | Tourmaline verte | 75,17 | 21,65 | 1,18 | 1,36 | 99,36 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 251 /1953 | 5. 9.53 |
| Minétain Lutsiro | Rive gauche Rwoza | 49 filons | Tourmaline verte | 73,42 | 20,93 | 1,23 | 3,86 | 99,44 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 250 /1953 | 5. 9.53 |
| Minétain Lutsiro | Rivière Rwoza | 50 filons | Tourmaline verte | 72,35 | 21,20 | 1,38 | 4,93 | 99,86 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 249 /1953 | 5. 9.53 |
| URUNDI Minétain Murore | Colline Murore | 51 filons | Tourmaline verte | 70,11 | 36,23 | 0,81 | 0,76 | 97,91 | G. HAINE | Géol. Bukavu | 9 /1953 | 18.12.1952 |

REMARQUE : Les analyses chimiques dont les résultats sont reproduits sur le *tableau II*, se rapportent, non à des minerais tout-venants, mais à des minéraux aussi purs que possible.

Les chiffres de la troisième colonne « Échantillons » permettent de retrouver les situations des échantillons sur les cartes des figures 4, 5 et 6.

Les abréviations dans la colonne « Laboratoire » ont les significations suivantes :

S. Chimie C. R. M. Section de Chimie du Centre de Recherches minières, Bukavu.
Géol. Bukavu. Laboratoire de Chimie du Service Géologique-Bukavu

bérite présentant de grandes lames de clivage qui semblent provenir de grands cristaux de ferbérite indépendants.

Les longueurs de ces lames peuvent atteindre 100 à 150 mm.

Ces échantillons ressemblaient à du wolfram à tel point que, sans l'aide des analyses chimiques, il était impossible de les distinguer de ce dernier minéral.

A Bengobiri au Maniema (échantillons 31 à 33 du *tableau IV*), pour les ferbérîtes courantes en petits cristaux individuels remplaçant la scheelite, les pourcentages en MnO varient de 0,50 à 1,00 % ; pour la ferbérite qui se présente en grandes lames comme le wolfram, on obtient 0,36 %.

Au Ruanda, à Nyakabingu (échant. nos 40 et 41 du *tableau IV*) la ferbérite courante donne comme pourcentage en MnO 0,93 %, celles en grandes lames 1,52 % ; à Bugarama (échant. 38 et 39 du *tableau IV*), la ferbérite à grains fins accuse un pourcentage de MnO de 0,97 %, celle en grandes lames de 1,15 %. Au Ruanda, il y a donc un très minime pourcentage de MnO en plus dans les ferbérite à grandes lames.

Tandis qu'à Bengobiri et à Nyakabingu, les échantillons de ferbérite en grandes lames sont relativement rares, ils semblent être très courants à Bugarama.

L'examen de la ferbérite en grandes lames de Bugarama montre qu'elle est corrodée par la ferbérite en petits cristaux qui semblent la remplacer tout comme la scheelite.

A la différence de la ferbérite en petits cristaux qui remplace la scheelite et qui respecte les formes cristallines extérieures de cette dernière, la ferbérite, en grandes lames, cristallise indépendamment en développant largement ses propres formes.

Le fait que les grands cristaux de ferbérite sont corrodés par la ferbérite en petits cristaux et que les

grands cristaux semblent appartenir à d'autres conditions de cristallisation que celles qui ont présidé à la formation de la ferbélite en petits cristaux, semble indiquer qu'il y a eu une ferbélite primaire en grands cristaux. Il se peut donc que ces grands cristaux de ferbélite représentent la ferbélite « primaire » qui aurait cristallisé en même temps que la scheelite et qui aurait, partiellement, recristallisé ou aurait été remplacée par une ferbélite plus récente en minuscules cristaux.

7. ASSOCIATION DES GISEMENTS DE FERBÉRITE AVEC LES AUTRES GISEMENTS.

Au point de vue des associations avec les gisements d'autres minéraux, la différence entre le Maniéma et le Ruanda est très nette.

a) *Au Maniéma*, les gisements de ferbélite sont spatialement associés aux gisements de cassitérite, quoique les deux minéraux se trouvent dans des filons de types différents.

La cassitérite se trouve dans de minces filonnets de quartz de quelques centimètres d'épaisseur ; la direction de ces filonnets est très soutenue à travers tout le gisement des monts Misobo.

La ferbélite se rencontre dans des filons de quartz blanc de toutes les directions, dont les épaisseurs varient très fort et peuvent atteindre plusieurs mètres. Ces filons peuvent être recoupants ou interstratifiés.

L'allure de ces filons est très discontinue, comme il a été signalé plus haut.

Dans les mêmes filons que la ferbélite, on trouve un peu de mica blanc argenté, d'apparence sériciteuse, souvent de la tourmaline verte en aiguilles microscopiques et beaucoup d'anthoinite qui est intimement liée à la ferbélite.

La ferbélite et l'anthoinite se trouvent soit aux épontes des filons, soit dans les fractures ; mais il arrive aussi qu'ils se trouvent dans la masse de cristaux de quartz blanc laiteux d'aspect prismatique et semblent avoir cristallisé en même temps que ces cristaux de quartz.

Le processus de dépôt des cristaux de scheelite s'était probablement poursuivi pendant toute la durée de formation des filons.

Les relations entre les filons de quartz avec ferbélite et les filonnets de quartz avec cassitérite ou avec les fissures remplies par de la cassitérite ne sont pas aisées à établir, étant donné leurs dimensions absolument différentes. Jusqu'à présent, en se fondant sur les observations de 1944-1946, l'auteur avait considéré que les filons de quartz avec ferbélite et anthoinite recoupaient les fissures et les filonnets de quartz avec cassitérite. Cependant, il a trouvé sur les chantiers de Bengobiri un cas absolument indiscutable montrant un filon de quartz avec ferbélite et anthoinite recoupé par une fissure avec cassitérite ayant des habitus de basse température.

Cette observation indiscutable a un intérêt considérable : elle prouve que de la cassitérite a cristallisé après la scheelite.

Il semblerait donc que le processus de minéralisation a dû se passer comme suit :

— Formation des filonnets de quartz et de fissures et leur minéralisation par de la cassitérite ;

— Après un certain refroidissement, formation de grosses fissures ouvertes et leur remplissage par du quartz ; au cours du remplissage, la scheelite et la ferbélite auraient cristallisé en cristaux individuels ;

— Une nouvelle reprise de la fissuration à petite échelle et une nouvelle arrivée de solutions avec la cassitérite ;

— C'est peut-être ce réchauffement qui aurait rendu la scheelite instable et aurait provoqué son remplace-

ment total ou partiel par de la ferbélite. On sait en effet [15] que la ferbélite est plus stable que la scheelite aux températures plus élevées.

On n'a pas encore pu trouver des mixtes cassitérite — ferbélite (reinite), ou cassitérite — anthoinite pouvant permettre l'étude certaine de l'âge relatif de ces minéraux.

Tous les renseignements à ce sujet seront précieux à connaître.

Postérieurement aux filons avec cassitérite et à ceux avec ferbélite, des filonnets avec des sulfures ont été mis en place. Ces filonnets ont à peu près les mêmes directions que ceux avec cassitérite, qui, parfois, ont été recouverts. Les filons avec ferbélite sont recoupés par ces filonnets à sulfures, plus rarement recouverts en longueur. En association avec ces filonnets de sulfures, du mispickel ou de la scorodite, de la pyrite et des traces de chalcopyrite ont été trouvés.

b) *Au Ruanda et en Urundi*, les gisements de ferbélite et de cassitérite sont nettement séparés dans l'espace; ils se trouvent soit seuls, soit au voisinage d'autres gisements. Les diverses occurrences seront sommairement décrites.

— *Gisement de Kifuruwe* (M. MARCHAL).

Dans ce gisement, jusqu'à présent, on n'a pas trouvé de cassitérite, et il n'existe pas de gisements de ce dernier minéral dans un rayon de plus de 10 km. Par contre, dans les vallées qui prennent naissance dans les collines du gisement de ferbélite, on a exploité de l'or dans les alluvions.

Il est probable que cet or provient des filons de quartz avec ferbélite, mais la preuve n'en est pas encore faite.

Dans les filons, on trouve de très faibles quantités de mica sériciteux, des traces de tourmaline verte en fines

aiguilles. Manifestement, il y a eu quelques sulfures dont il ne reste que des cavités et qui n'ont pas été identifiées.

L'anthoinite existe en association avec la ferbélite, mais en très faibles quantités. Il y a peu de tungstite.

— *Gisements de Bugarama* (M. STINGLHAMBER).

Ce gisement se trouve au nord-ouest du précédent et possède, à peu près, les mêmes caractéristiques. Comme les collines sont entourées de coulées de laves assez récentes et comme les vallées ont été remplies par les laves, il est impossible de se rendre compte s'il y a eu ou non de l'or dans leurs alluvions.

Comme je l'ai déjà fait remarquer plus haut, dans cette mine, on trouve couramment de la ferbélite en grandes lames en cristaux individuels. Il y a très peu de tourmaline verte en fines aiguilles, mais peut-être un peu plus de mica.

— *Gisements de Nyakabingu* (M. MIERGE).

Dans ces gisements, on n'a pas rencontré de cassitérite. Cependant, à une dizaine de km au sud et au nord, on trouve des gisements de cassitérite en relation avec les filons de quartz (gisements de cassitérite de M. PIROTTE, de la société SOMUKI).

Dans ce gisement, il y a une très grande abondance d'anthoinite.

Dans les filons, on note également la présence de mica sériciteux et de la tourmaline verte en aiguilles microscopiques.

— *Gisements de la région de Lutsiro*.

Ceux-ci sont localisés le long d'une bande de schistes noirs graphiteux. Ils se trouvent à proximité immédiate des gisements de cassitérite, mais ne sont pas mélangés avec ces derniers.

La disposition particulière des gisements de ferbélite par rapport aux pegmatites et aux filons de quartz à cassitérite fait supposer que la ferbélite participe au zonage général de la minéralisation autour d'une série de pointements granitiques.

Comme certains de ces gisements de ferbélite ne sont éloignés de ceux de cassitérite que de quelque 500 m, ils peuvent donner une idée de ce qui peut se passer dans le cas des autres gisements où la cassitérite n'apparaît pas ; cette observation peut aider la compréhension de la répartition zonaire des minéraux au Ruanda et en Urundi.

Dans ces gisements, l'anthoinite existe, mais elle est bien moins abondante qu'à Bengobiri au Maniéma et à Nyakabingu au Ruanda.

Dans les filons de quartz, il existe un peu de mica sériciteux et de tourmaline vert-clair en très fines aiguilles.

— *Minéralisation en ferbélite de Tsharwa et de Kintaruli.*

Cette minéralisation en ferbélite est assez isolée, on ne trouve pas de cassitérite dans les filons. La tourmalinisation des roches et des filons peut être localement très intense.

Aucune présence d'anthoinite n'a été notée.

— *Minéralisation de Murore en Urundi.*

Dans cette région, dans les filons avec ferbélite, il existe également une assez abondante tourmalinisation qui est produite par de la tourmaline verte en très fines aiguilles.

L'auteur n'a pas noté d'anthoinite dans ce gisement, mais il a rencontré de gros morceaux de tungstite.

8. RELATIONS ENTRE LA FERBÉRITE ET L'ANTHOINITE.

Dans la première publication décrivant l'anthoinite [18, p. 165], l'auteur avait insisté sur le fait que la ferbérinite, comme l'anthoinite, se présentaient en pseudomorphoses d'autres minéraux et qu'il était difficile de préciser à l'époque si la ferbérinite remplaçait ou non l'anthoinite. De plus, quoiqu'il eût trouvé des débris de cristaux d'anthoinite, il n'était pas possible de les identifier.

Depuis l'époque de cette première description (1946), de nombreuses observations ont pu être faites qui permettent d'établir les relations de l'anthoinite et de la ferbérinite et qui permettent de reconstituer le processus de leur formation.

a) *Relations entre l'anthoinite et la ferbérinite.*

Tout d'abord, on put trouver de nombreux cristaux de ferbérinite et d'anthoinite en pseudomorphoses d'après la scheelite (*photo 4*).

On a pu trouver des cristaux mixtes anthoinite-ferbérinite (*photo 3*).

Il a été possible de retrouver sur les « cristaux » ou sur les débris de « cristaux » toutes les troncutures les plus courantes de la scheelite. Il ne fait donc plus de doute que les deux minéraux aient remplacé les cristaux de scheelite et aient gardé les formes extérieures de ceux-ci.

b) *Processus de remplacement.*

La scheelite, déposée en premier lieu, a dû être d'abord remplacée soit totalement, soit partiellement, par la ferbérinite. Ces remplacements ont eu lieu soit à partir des fissures soit à partir des contours des cristaux.

Plus tard, peut-être, dans les conditions d'altération

superficielle, le restant de la scheelite a été remplacé par l'anthoinite. Seuls les sondages montreront si l'anthoinite est un minéral d'altération superficielle ou bien s'il provient de l'action des solutions profondes sur la scheelite.

PARGETER, en Uganda, considère l'anthoinite comme un minéral d'altération superficielle [11].

Ce processus de remplacements successifs de la scheelite d'abord par la ferbélite, ensuite par l'anthoinite, expliquerait le fait, observé dès les débuts, que des petits cristaux de ferbélite semblaient remplacer l'anthoinite et remplir les fissures dans ce minéral (*photo 9*) ; ce fait pouvait faire admettre que la ferbélite remplaçait directement l'anthoinite, alors qu'en réalité, tous les deux, ils remplacent la scheelite.

Les données des sondages seront particulièrement intéressantes pour trancher d'une façon définitive cette question. L'auteur la signale à l'attention de ses collègues qui étudient de tels gisements.

En tous cas, un fait est remarquable : dans des territoires aussi vastes que le Maniéma et le Ruanda, toute la scheelite a été remplacée par la ferbélite et l'anthoinite. Les causes de ce phénomène sont encore à étudier et feront l'objet d'un travail spécial.

Il est également notable que la tungstite est relativement rare même aux affleurements.

9. CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES GISEMENTS DE FERBÉRITE DU MANIÉMA ET DU RUANDA.

a) Les gisements de ferbélite (reinite) se distinguent des gisements de wolfram par leurs aspects physiques, par leurs compositions chimiques, par leurs situations géologiques ainsi que par leurs paragenèses.

Il est donc justifié d'appeler ces gisements par leurs noms et ne pas les confondre.

b) Les relations de ces gisements avec les schistes noirs graphiteux et les quartzites foncés sont bien établies ; cependant on peut trouver ces gisements en relation avec d'autres roches qui peuvent être également graphitisées. Ce ne sont donc pas les schistes noirs qui sont caractéristiques, mais la graphitisation des roches.

c) Dans la plupart des grands gisements, les relations avec la structure tectonique sont très nettes : les gisements occupent les parties axiales des dômes ou des anticlinaux.

d) Il est remarquable de constater que pour ces gisements, dans les conditions superficielles tout au moins, la scheelite ait été complètement remplacée par la ferberite et par l'anthoinite. C'est un phénomène qui cherche encore son explication théorique ; actuellement, on ne peut avancer que des hypothèses de travail, ainsi que je le ferai dans le chapitre suivant du mémoire.

e) Une partie, au moins, de la cassitérite a dû cristalliser après le dépôt de la scheelite.

V. Relations spatiales des divers gisements de wolfram et de ferberite.

Avant de discuter les relations spatiales des tungstates qui semblent se dessiner et avant de proposer des hypothèses, il était intéressant de donner les caractéristiques essentielles des types de gisements.

Au *Maniéma*, les relations entre les divers types de gisements sont plus faciles à prouver ou à supputer qu'au Ruanda. Au *Maniéma*, en effet, les zones métallogéniques s'interfèrent et il est souvent possible d'établir ou de supposer leurs successions.

Au Ruanda, comme on l'a noté par ailleurs, les zones, tant dans les filons de quartz que dans les pegmatites, sont assez étendues en verticale et sont bien individualisées ; elles peuvent se trouver à certaines distances les unes des autres. De ce fait, les conclusions quant aux relations de ces zones entre elles sont beaucoup moins certaines et plus difficiles à établir (au Ruanda).

On commencera par l'établissement des relations entre les divers tungstates au Maniéma et, ensuite, on essaiera de faire de même pour le Ruanda.

1. RELATIONS ENTRE LES GISEMENTS DE WOLFRAM ET DE FERBÉRITE AU MANIÉMA.

Pour fixer les idées, deux petits schémas représentés sur les *figures 1* et *2* ont déjà été établis.

Dans les lignes qui vont suivre, ces croquis seront discutés et précisés.

Envisageons d'abord la région de Kakaleka II, des monts Misobo et de Yubuli. Dans cette région existent tous les tungstates. En effet, on a pu avoir des échantillons de wolfram en provenance des filons encaissés dans le granite, de ceux situés sur les contacts, ainsi que de ceux traversant des roches encaissantes ; tandis que dans les monts Misobo, on trouve la ferbélite (reinite) et l'anthoinite.

a) *Chantiers de Yubuli.*

A travers les chantiers de Yubuli, on peut faire la coupe représentée sur la *figure 7*.

Cette coupe montre clairement les variations des pourcentages de MnO en fonction de la position des échantillons par rapport aux contacts.

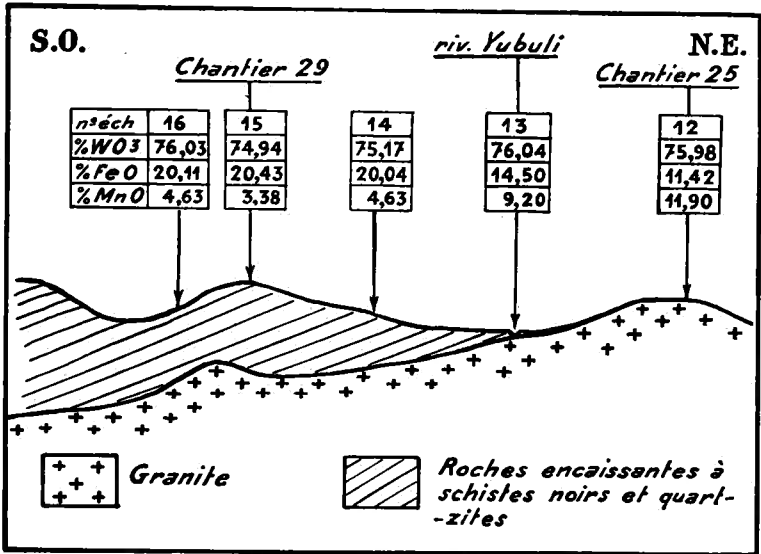


FIG. 7. — Coupe schématique à travers les chantiers du camp Yubuli montrant la situation des divers échantillons dont les analyses chimiques sont données dans le tableau I. Pour chaque échantillon, on renseigne : le numéro permettant de retrouver l'échantillon sur le tableau I et la carte de la fig. 4; ainsi que les pourcentages de WO₃, de FeO et de MnO.

b) Chantiers de Bisamengo, Kibongobongo et Bengobiri.

A peu près suivant la direction des éluvions Bisamengo-Kibongobongo-Bengobiri, passe une dorsale granitique suivant laquelle se trouve toute une série de dômes allongés dont certains ont pu être relativement bien cartographiés malgré la couverture de la forêt.

Suivant la dorsale granitique, on peut faire la coupe longitudinale représentée sur la figure 8.

Cette coupe montre les positions relatives, dans l'espace, des divers échantillons de wolfram, ainsi que de la ferberite des deux types du mont Misobo (camp Bengobiri).

A chaque endroit figure le n° de l'échantillon et les pourcentages correspondants de WO₃, FeO et MnO des tableaux I et II.

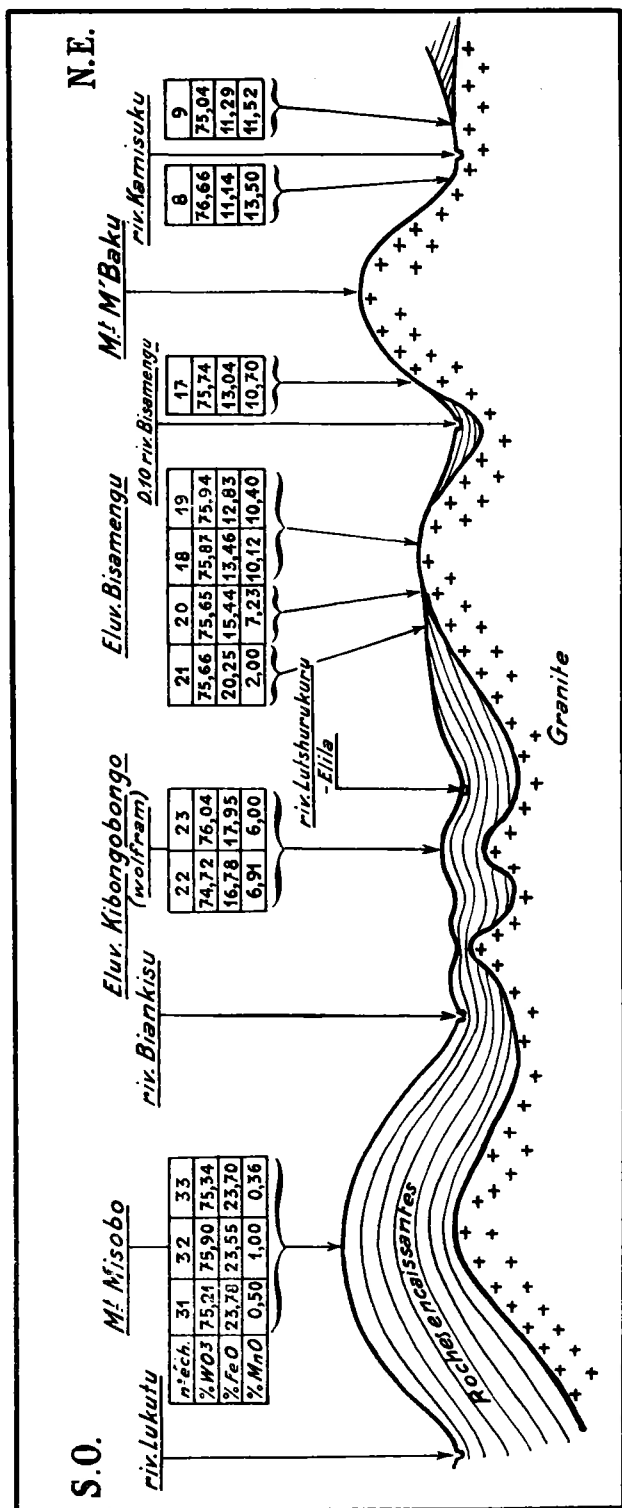


FIG. 8. — Coupe schématique longitudinale suivant la dorsale granitique partant du grand massif granitique de Kalima et passant par les chantiers de Bisamengu, Kibongobongo et Bengobiri. Sur cette coupe, sont renseignés les échantillons avec leurs numéros, ce qui permet de les situer sur les tableaux III et IV, ainsi que sur la carte de la fig. 4. Pour chaque échantillon sont renseignés les pourcentages en WO₃, FeO et MnO.

La *figure 8* est assez explicite par elle-même et ne nécessite pas de longs commentaires.

On notera, encore une fois, les variations des pourcentages de FeO et de MnO en partant du massif granitique principal et en arrivant dans des roches encaissantes à des distances relativement grandes des contacts, c'est-à-dire, pouvant aller de 200 à 300 m, peut-être même plus.

La présence au Mont Misobo de ferbérîtes de deux types, l'une très rare, ressemblant aux cristaux de wolfram ; l'autre (reinite) en remplacement d'après les cristaux de scheelite, est très intéressante à noter, car ce fait pourrait signifier que, avant les phénomènes qui ont provoqué la disparition de la scheelite, cette dernière était associée à une ferbérîte en grandes plaquettes déposée pendant la même phase de minéralisation.

On peut donc estimer qu'à l'origine il existait au Maniéma toute la série isomorphe des tungstates allant des wolframs à compositions voisines de celle des hubnérites jusqu'aux ferbérîtes. Cette série isomorphe était couronnée par la scheelite.

La ferbérîte (reinite) secondaire ainsi que l'anthonite sont des minéraux plus jeunes qui remplacent la scheelite.

Pour que le FeO remplace le CaO dans la scheelite, il faut, d'après l'énergétique des réseaux cristallins, [15, pp. 514-515], une élévation de température.

On peut donc supposer que des solutions chargées de fer et plus chaudes que celles qui avaient déposé la scheelite, sont venues pendant une phase subséquente et ont provoqué le remplacement total ou partiel de la scheelite. Il semble donc que le remplacement de la scheelite par la ferbérîte soit un phénomène qui a dû se passer dans des conditions profondes.

Quant à l'anthonite, qui contient beaucoup d'eau, il est très difficile de se prononcer sur son origine superficielle ou profonde. Il faut encore chercher des arguments.

c) *Autres échantillons de wolfram de Kalima.*

Les autres échantillons de wolfram provenant de Kalima, proviennent soit des contacts soit de l'intérieur du granite.

Ils ne font pas partie des séries continues d'échantillons prélevées de part et d'autre des contacts. Cependant, leurs analyses chimiques montrent statistiquement que les teneurs près des contacts se maintiennent à travers tout le massif granitique de Kalima. C'est déjà une conclusion qui a son importance.

d) *Conclusions pour la région de Kalima quant à la répartition spatiale des tungstates.*

D'après les figures 7 et 8, ainsi que d'après les données du tableau III, on peut schématiser la répartition des tungstates dans la région de Kalima par la figure 9.

Cette figure est assez explicite par elle-même et ne nécessite pas de commentaires.

Il convient seulement d'attirer l'attention sur la forme de l'emboîtement des zones de divers tungstates.

La justification de cette forme a été donnée dans d'autres publications (19 à 21), pour l'ensemble de la minéralisation stannifère et wolframifère au Maniéma; aussi seul l'essentiel de ce qui concerne le wolfram et la ferbélite sera repris ici.

On peut constater que le wolfram ne se rencontre en abondance relative qu'au sommet de parties coupoloïdes plus ou moins prononcées des dorsales granitiques. Lorsque les contacts sont plats et monotones, il n'y a généralement que des traces de wolfram.

Cela est vrai pour Kalima et encore plus pour Kasese.

Pour ce qui est de la zone à ferbélite et à anthoinite, elle coiffe nettement la zone à cassitérite dans le dôme constitué par les monts Misobo.

Dès que l'on s'écarte de la partie sommitale du dôme,

la ferbélite devient plus rare et finit par disparaître ; il en est de même des gros filons de quartz. Nous verrons plus loin que le même phénomène se présente au Ruanda.

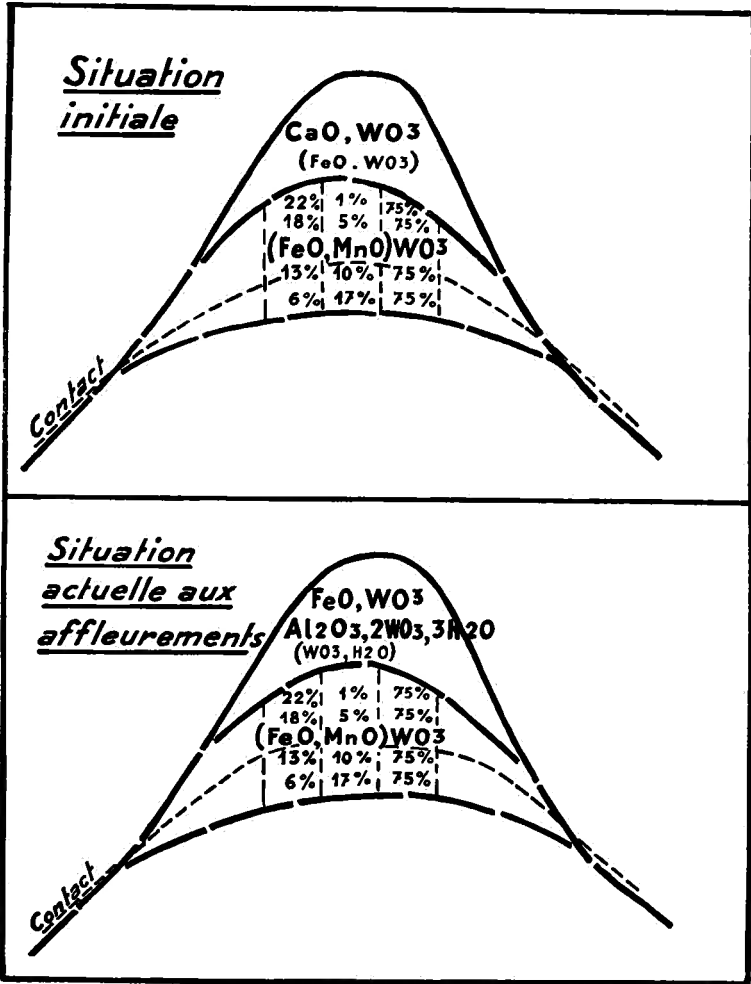


FIG. 9. — Répartition schématique des tungstates dans la région de Kalima. Cette figure résulte des figures 7 et 8 et tient compte des autres échantillons analysés dans le tableau I.

e) *Région de Kasese.*

La signification des analyses des échantillons provenant de Kasese est très grande. En comparant les

teneurs en MnO des échantillons situés à proximité des contacts à Kasese et à Kalima, on note que les teneurs en MnO sont plus élevées à Kasese. Cela veut dire que, d'un ensemble de massif granitiques à un autre, les pourcentages en MnO ne varient pas de la même manière, ni, probablement, avec la même amplitude.

Il se produit sans doute, pour la composition chimique des tungstates, le même phénomène d'oscillation de leur distance par rapport aux contacts que celui que l'on observe en général, pour toute la minéralisation qui, tout en gardant les mêmes successions, peut se trouver dans des positions assez différentes par rapport aux contacts granitiques.

2. RELATION ENTRE LES GISEMENTS DE FERBÉRITE ET LES AUTRES MINÉRALISATIONS AU RUANDA.

Rappelons tout d'abord que dans la région de Kifuruwe, on trouve la ferbélite (reinite) et de l'or.

Dans la région de Lutsiro, il y a, à proximité des gisements de ferbélite, de la cassitérite et de l'or.

Certains gisements sont caractérisés par une abondante tourmalinisation; d'autres, en revanche ne sont pratiquement pas affectés par ce phénomène.

Dans la région de Lutsiro, on observe une succession qui semble classique: petits filons de pegmatite avec cassitérite suivis de filons de quartz avec cassitérite et, au-delà de ceux-ci, filons de quartz avec ferbélite, ferbélite et or alluvionnaire.

Cette situation peut être résumée par la *figure 10*.

En partant de cette figure, on peut essayer de reclasser les autres gisements de ferbélite du Ruanda.

Comme hypothèse de travail, le schéma de la *figure 11* est adopté. Bien entendu, ce schéma devra être retravaillé dans l'avenir. Une cartographie géologique, plus complète que celle dont on dispose à présent, aiderait la solution

de ces problèmes en permettant de déterminer la situation réciproque de divers gisements les uns par rapport aux autres, ainsi que leurs relations avec les massifs granitiques.

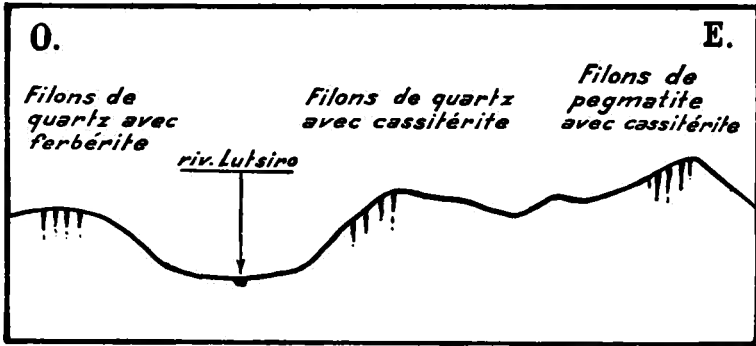


FIG. 10. — Schéma résumant les positions relatives des minéralisations à Lutsiro (Ruanda).

Dans les gisements comme Kifuruwe, Bugarama et Nyakabingu, dans lesquels les relations de la minéralisation avec les structures anticlinales ou en dôme sont évidentes, on peut constater que, dès que l'on s'éloigne des zones centrales des plis, la minéralisation diminue très rapidement et disparaît.

Dans les mines de Kifuruwe, tout le réseau filonien est centré sur deux importants filons recoupants ; à Nyakabingu, il semble être en relation étroite avec un énorme filon (peut-être une cheminée) situé dans la concession de M. PIROTTE.

Il est probable que ce sont de tels filons importants qui ont servi de voie d'accès tant à la silice, qui remplit les filons, qu'à la minéralisation.

Pour tenir compte de la localisation de la minéralisation dans les parties sommitales des dômes et des anticlinaux, la zone à ferbélite (reinite) a été dessinée en « calotte » coiffant les autres zones et ayant une très faible exten-

sion latérale. Il convient de rappeler ici notre conclusion identique pour le Maniéma ou grâce au dôme des monts Misobo et à la présence de la zone supérieure de la minéralisation en cassitérite, le schéma était plus facile à dégager.

Les études structurales des gisements tels que ceux de Kifuruwe, Nyakabingu, y compris la concession de M. PIROTTE et celle de Lutsiro, permettront de retracer les origines des réseaux de filons de quartz et permettront de mieux étayer les hypothèses.

Il n'est pas impossible du reste, qu'à la tectonique régionale, au voisinage des gisements, se superpose une tectonique due à des intrusions granitiques avec lesquelles on pourra, peut-être un jour, relier les gisements de ferberite du Ruanda.

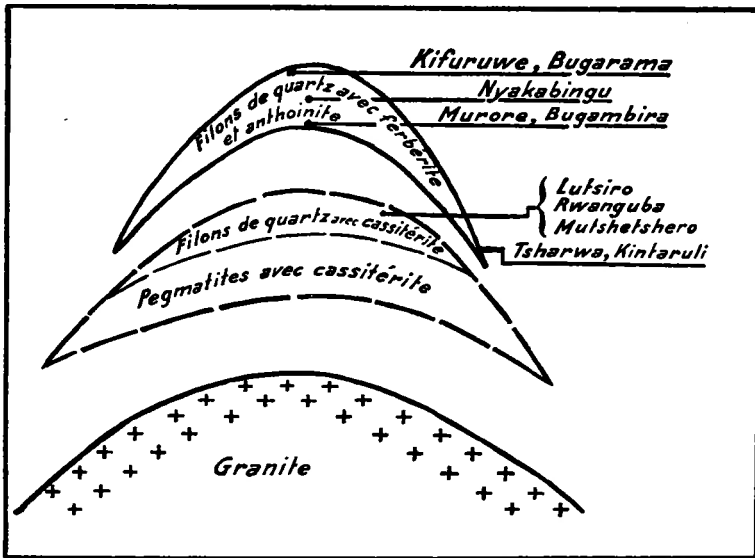


FIG. 11. — Relation hypothétique entre les gisements de ferberite de diverses régions du Ruanda.

En tous cas, il serait erroné de vouloir chercher les relations entre les massifs granitiques affleurants et les gisements de ferbélite connus. Les massifs granitiques avec les coupoles desquels la minéralisation en ferbélite doit être liée sont en profondeur, en-dessous des gisements. La *fig. 11* tente de préciser ce point de vue.

VI. Quelques aspects de la prospection des gisements détritiques et primaires de wolfram et de ferbélite.

Dans cette partie, il ne sera question des méthodes de prospection que d'une façon très générale, sans entrer dans les détails de l'exécution des travaux. On essaiera de dégager le rôle que pourrait jouer la prospection géochimique dans l'ensemble des travaux de prospection qui conduisent normalement à l'évaluation des réserves d'un gisement.

De plus, il importe de remarquer que les méthodes dont il est question plus loin s'appliquent au Maniéma et au Ruanda ; ailleurs, comme par exemple dans les climats désertiques où les conditions d'altération de roches et d'érosion sont complètement différentes, ces méthodes ne peuvent s'appliquer sans de sérieuses retouches.

1. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES GISEMENTS DÉTRITIQUES DE FERBÉRITE ET DE WOLFRAM.

Les particularités minéralogiques et géologiques des gisements de wolfram et de ferbélite, qui ont été décrites dans les pages qui précèdent, n'ont pas été sans influence sur les méthodes de prospection qui se sont élaborées au cours des années.

Les clivages faciles du wolfram, la structure souvent caverneuse de la ferbélite ainsi que la faible dureté de ces deux minéraux, la friabilité de l'anthoinite et de la tungstite, contribuent à donner à ces minéraux une très faible résistance mécanique. Leur résistance chimique non plus n'est pas très grande. Ils se décomposent aisément et se dispersent très vite.

Dans les alluvions, ils s'usent très rapidement et l'on peut dire que, pratiquement, à partir de 250 à 500 m des éluvions, on ne les retrouve plus dans les concentrés provenant des puits de prospection.

Le comportement de ces minéraux dans les éluvions est assez particulier.

Cela est dû au fait que les gîtes primaires sont constitués par des filons irréguliers, peu continus et que, dans ces filons, le wolfram, la ferbélite et l'anthoinite sont en gros nids et, en général, en cristaux relativement volumineux.

Déjà, dans le filon qui commence à s'altérer, ces minéraux sont en voie de décomposition mécanique et chimique.

Lorsque le filon est fauché dans les éluvions et lorsqu'il commence à se désagréger en glissant sur la pente, les agrégats de cristaux se parcellent, la décomposition chimique s'accroît, tandis que la destruction mécanique produit son plein effet. En s'éloignant de la tête du filon, les petits morceaux de minéraux disparaissent rapidement et seuls les gros blocs, les plus fermes et les moins fissurés, échappent à la destruction.

Dans ces éluvions, il se forme une nappe de débris de quartz, mais, contrairement à ce qui se produit normalement dans les éluvions stannifères, on ne trouve dans ces nappes de débris de quartz ni accumulation, ni répartition régulière des minéraux lourds. Près des têtes des filons, dans les produits qui ont peu bougé, il y a les nids de wolfram, de ferbélite ou d'anthoinite

à peine défaits et qui présentent presque la même irrégularité de distinction que dans les filons ; plus loin il ne subsiste que des gros morceaux, ceux qui, étant les plus résistants, ont échappé aux agents de destruction. Cette particularité est bien connue de ceux qui ont dû faire des prospections dans les climats équatoriaux.

2. PROSPECTIONS DES GISEMENTS DÉTRITIQUES.

Étant donné ce qui précède, comment organiser les prospections des gisements détritiques ?

Les prospections comprennent généralement les phases suivantes :

— Reconnaissances générales visant à la découverte des indices ;

— Prospections semi-systématiques qui ont pour but la délimitation de gisements exploitables et qui conduisent en général à l'estimation des réserves probables ;

— Les prospections systématiques d'évaluation qui permettent l'établissement des réserves à vue.

Jusqu'en ces dernières années (1957), les travaux étaient faits par puits et par tranchées, avec traitement de gros cubages de gravier.

En 1957, on a commencé, sous l'impulsion du Service des Mines, à appliquer les méthodes géochimiques qui, pour certaines phases de prospection, semblent devoir donner d'excellents résultats.

Je vais examiner la méthode de prospection qui a été couramment employée en indiquant le secours que peut apporter la prospection géochimique dans l'exécution de diverses phases de travaux.

a) *Reconnaissances préliminaires ou recherche des indices.*

Ces recherches se font en général pour tous les minéraux tels que l'or, la cassitérite, le diamant etc.

En pays neufs, dans les conditions de climat équatorial, les recherches des indices se sont faites par puits, dans les alluvions, sous une épaisse couverture de forêt ; ce fut le seul moyen de procéder. En pays de savane, les observations des affleurements de filons ont parfois pu conduire à des découvertes, mais, même dans les savanes, les reconnaissances dans les alluvions donnent de meilleurs résultats.

A moins d'une chance extraordinaire, cette méthode ne conduit pas directement à la découverte des gisements de wolfram et de ferberite, pour la bonne raison que ces minéraux ne peuvent faire un grand chemin dans les alluvions à partir de leurs éluvions ou de leurs gîtes primaires. Il faut donc soit un heureux hasard, soit la présence d'un gisement très important.

Presque partout au Maniéma, comme au Ruanda, les reconnaissances générales avaient conduit à la localisation soit des gisements d'or, soit des gisements de cassitérite. Les gisements de wolfram et de ferberite furent découverts plus tard, lors des prospections semi-systématiques ou systématiques et, plus souvent encore, lors des exploitations.

Pendant, lorsque dans une région déterminée, des minéralisations de wolfram et de ferberite ont été découvertes à l'occasion d'autres travaux, il devient nécessaire de procéder à la recherche d'autres gisements possibles dans les environs.

Le plus souvent, c'est dans cette dernière situation que se sont trouvés les géologues.

Dans ces conditions, pour entreprendre les recherches on peut utiliser les méthodes suivantes :

— Établissement des relations de zonage de la minéralisation lorsque celles-ci sont faciles à établir (mais pour reconnaître la minéralisation des graviers, il est nécessaire de creuser des puits) ;

— Recherches par puits et tranchées ;

— Prospections géochimiques.

a) Relations de zonage de la minéralisation.

A Kalima, dans les monts Misobo en 1943-1944, j'ai utilisé cette notion. Ayant trouvé dans les parties inférieures du gisement des cristaux de cassitérite appartenant aux habitus de basse température, j'ai voulu voir la minéralisation qui se trouvait au-dessus de la colline et vérifier si le schéma de la répartition zonaire, établi pour la région, se vérifiait. C'est ainsi que la ferbélite fut découverte, mais il a fallu procéder par puits pour reconnaître le gravier et sa minéralisation.

b) Ancienne méthode par puits et tranchées et méthode actuelle par prélèvements géochimiques.

Souvent, lorsque les zones métallogéniques sont bien individualisées et plus ou moins distantes les unes des autres, ce qui est le cas, par exemple, pour le Ruanda, il est impossible de prévoir leur passage. Aussi est-on amené à procéder par puits et tranchées en utilisant au mieux les connaissances acquises : relations avec la tectonique, lorsque cette dernière est rapidement décelable ; graphitisation des roches, affleurements de quartz, etc.

Au Ruanda, souvent, les vallées et les têtes des rivières sont ou bien torrentielles ou bien comblées par des éboulements et des glissements de terrain, de sorte que la reconnaissance des vallées est lente et difficile sinon impossible.

En entreprenant les recherches, même s'il s'agit de la localisation des indices, on ne perd pas de vue que le wolfram comme la ferbélite, se présente par nids dans les filons et sous forme de gros morceaux dans les éluvions et les alluvions.

Cette circonstance nécessite le lavage d'un cube important de gravier et le dégagement d'une tête de filon rencontrée, car le fait que 4 ou 5 pans lavés dans le gravier

ne donnent pas de wolfram ou de ferbérîte ne signifie pas qu'il n'y en ait pas. De même, dans le filon qui affleure sur une petite surface, la minéralisation, qui n'est pas uniformément répartie, peut ne pas être visible.

La méthode par puits et par tranchées est, à priori, très onéreuse. Cette méthode est heureusement détronée à l'heure actuelle par la prospection géochimique qui permet de déceler, dans les éluviions, de faibles pourcentages de WO_3 , sans devoir recourir au creusement des puits, au transport et au lavage de cubes importants de gravier.

Au Maniéma, la méthode employée est celle de levés géologiques sommaires établissant les passages d'axes anticlinaux ou de séries de dômes, suivie de reconnaissances par puits ou de prélèvements géochimiques. Anciennement, les puits étaient destinés à reconnaître la présence de graviers et le traitement de ceux-ci donnait une idée de leur minéralisation.

Actuellement, perpendiculairement aux axes des anticlinaux, on fait des séries de prélèvements géochimiques qui détermineront les zones éventuelles avec la présence du WO_3 .

Au Ruanda, le relief est si accidenté et l'érosion tellement active qu'il existe peu d'endroits où les éluviions peuvent se former et se conserver. Aussi, anciennement, le prospecteur parcourait-il le pays suivant des itinéraires plus ou moins perpendiculaires aux structures reconnues et recherchait-il les replats, les sommets des collines ainsi que les lignes de crête aplaties. Sur ces reliefs favorables, il essayait de découvrir des graviers et de les étudier par puits.

Si des recherches semblables devaient se faire actuellement, la géochimie permettrait de faire ces travaux bien plus rapidement et avec plus de sûreté, tout en supprimant les puits et les manipulations des graviers.

b) *Prospection semi-systématique.*

Le rôle de la prospection semi-systématique est de déterminer les limites du gisement exploitable dont l'évaluation sera faite dans le stade suivant.

Anciennement, la zone susceptible d'être minéralisée était couverte par des lignes de puits ou par des tranchées régulièrement espacées de 160 ou de 320 m et orientées perpendiculairement à la direction présumée de la zone filonienne.

Dans les conditions actuelles, une zone à teneurs exploitables pourrait être délimitée par la prospection géochimique, certainement moins coûteuse. Cependant, jusqu'à présent, la prospection géochimique ne peut encore donner les teneurs dans les graviers, aussi quelques puits sont-ils tout de même nécessaires pour déterminer à quoi correspondent les données géochimiques.

c) *Prospection systématique.*

Son but est la mise à vue des réserves. C'est sur ces réserves que seront basés les investissements et l'exploitation du gisement.

Dans cette phase des prospections, seule l'ancienne méthode est jusqu'à présent valable.

En effet, il faudra encore de nombreux essais et de nombreuses statistiques, avant qu'il ne soit possible de donner la teneur du gravier en fonction d'un prélèvement dans le sol ou même d'un faible volume de gravier.

Les anciennes méthodes d'évaluation des réserves contenues dans les éluvions peuvent se réduire à deux procédés qui sont bons, chacun dans son cas particulier.

Lorsque les teneurs sont relativement fortes (1 kg/m³ et plus), les lignes de puits espacées de 40 m, avec des puits placés à 20 m les uns des autres, le gravier des puits étant lavé complètement, peuvent suffire pour obtenir une teneur moyenne correspondant plus ou moins à la réalité.

Lorsque les teneurs sont relativement faibles et qu'elles sont dues à des morceaux volumineux, irrégulièrement répartis dans la masse, les puits ne suffisent pas.

Dans ces conditions, on emploie la méthode par tranchées qui a été inaugurée au Ruanda par M. MARCHAL.

M. MARCHAL s'était trouvé dans des conditions assez favorables par le fait qu'il pouvait disposer de l'eau à bonne hauteur.

Aussi, pour étudier la minéralisation des graviers, il pratiqua des tranchées dont les graviers furent transportés et lavés par les eaux provenant des races (*photo 10*).

Lorsqu'une tranchée montrait de la minéralisation et, surtout, lorsqu'elle donnait des teneurs, elle était élargie et un cube de gravier important était traité. La teneur obtenue présentait une certaine réalité. L'ensemble des tranchées à résultats favorables, pouvait délimiter des panneaux auxquels il était possible d'attribuer des teneurs moyennes, permettant le calcul des réserves.

La *photo 10* montre la disposition des tranchées de prospection dans la mine de Kifuruwe de M. MARCHAL.

Souvent ces tranchées ont constitué les débuts des chantiers d'exploitation.

3. PROSPECTION DES GÎTES PRIMAIRES DE WOLFRAM ET DE FERBÉRITE.

On est amené à distinguer deux cas :

— Celui des gisements à filons de wolfram avec cassitérite qui offrent une certaine régularité ;

— Celui des gisements à filons de quartz avec ferbélite qui, en général, sont très irréguliers et très peu continus.

J'examinerai ces cas successivement.

a) *Filons de quartz avec wolfram et cassitérite du Maniéma.*

En surface, ces filons peuvent être échantillonnés en prélevant, suivant les phases de l'évaluation, les échantillons tous les 80, 40 ou 20 m. Les échantillons peuvent être constitués par des prélèvements représentant des volumes proportionnels aux épaisseurs des filons. On peut prendre, sur toute l'épaisseur du filon, une rainure de 1 m de longueur et de 1 m de profondeur.

Généralement, de tels échantillons peuvent suffire pour donner une idée des teneurs.

En profondeur, on peut prélever des échantillons semblables en partant des galeries. Si ces dernières sont tracées dans les filons, le traitement des déblais peut donner des résultats encore meilleurs.

b) *Gisements primaires à filons de quartz irréguliers avec ferbérite.*

Dans de tels gisements, les échantillonnages des filons individuels, en surface et surtout en galeries, se sont révélés inutiles ; les filons étant sans continuité et avec une minéralisation trop erratique.

Dans de tels cas, après enlèvement des éluvions, l'exploitant procède par des essais sur cube de gîte primaire dégagé. Généralement, il est obligé de prendre les roches encaissantes en même temps que les filons. La teneur moyenne du tout venant est généralement faible, mais par hauts cours les gisements sont exploitables.

Au cours des mois et des années, l'exploitant finit par s'assurer soit pour toute la mine, soit pour certains chantiers, d'une teneur moyenne qui reste relativement peu variable pendant longtemps.

Les plus belles mines de cette espèce sont celles de Kifuruwe, qui exploitent depuis près de 15 ans de tels gîtes primaires.

Celles de Bugarama de M. STINGLHAMBER sont relativement plus récentes, mais ont adopté les mêmes méthodes de travail. Quant aux mines de M. MIERGE de Nyakabingu, elles sont tout à fait récentes, mais au point de vue du gîte primaire, la même méthode d'exploitation du tout venant a été entreprise après quelques essais par galeries en filons.

Ces méthodes s'appliquent particulièrement aux gisements encaissés dans les schistes noirs graphiteux qui restent tendres et friables à des profondeurs de 40 à 80 m sous la surface ; localement, ces profondeurs peuvent être même dépassées. Dans les quartzites, elles sont très limitées parce que ces roches deviennent dures à 4 ou 5 m sous la surface, parfois même ils sont déjà durs aux affleurements et il n'est pas question de les exploiter avec de très faibles teneurs.

VII. Conclusions générales.

De ce qui précède on peut tirer les conclusions générales suivantes :

1) Il existe deux types bien distincts de gisements de minerais de tungstène. Ces types diffèrent par l'aspect physique et par les compositions chimiques de leurs minerais ainsi que par les conditions géologiques de leurs gisements.

2) Dans presque tous les gisements de ferbélite en pseudomorphoses de la scheelite, il existe d'importantes quantités du minéral anthoinite. Dans les mêmes types de gisement, l'anthoinite a été signalée également en Uganda. L'anthoinite n'est donc pas un minéral rare.

3) La cassitérite a cristallisé après le wolfram ; il existe des cristaux de wolfram couverts par de petits cristaux de cassitérite.

Quant aux relations de la scheelite et de la cassitérite, il existe des filonnets de quartz avec cassitérite recoupant les filons de quartz qui, à l'origine, avaient contenu de la scheelite.

Il semble donc que, tout au moins, une partie de la cassitérite ait cristallisé après la scheelite.

Quant aux moments précis de remplacement de la scheelite par la ferbélite et l'anthoinite, ils ne peuvent encore être précisés avec certitude.

4) Au point de vue du contrôle structural des gisements de wolfram et de ferbélite, on peut noter que le wolfram se rencontre dans les parties coupoloïdes des pointements granitiques et que la ferbélite se rencontre en gisements importants dans les structures en dômes ou en anticlinaux.

5) La prospection géochimique peut faire gagner beaucoup de temps lors des reconnaissances générales et lors des localisations préliminaires des zones à évaluer par puits. Jusqu'à présent, l'évaluation proprement dite des réserves n'est pas encore possible par la prospection géochimique simple.

BIBLIOGRAPHIE

1. H. BUTTGENBACH : Minéralogie du Congo belge. (*Mémoires de la Société royale de Sciences de Liège*, t. XIII, fas. 2 et 3, pp. 174-1926).
2. H. BUTTGENBACH : Les minéraux de Belgique et du Congo belge. (Liège, 1947).
3. H. DE DYCKER : Les caractéristiques géologiques des gisements miniers du Ruanda (*Mémoire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, Nouvelle série in-4°, n° 3, 1949, pp. 47-134).
4. FERSMAN, A. : Géochimie, t. II, Leningrad, 1934.
5. D. P. GRIGORIEV : Certains phénomènes de la genèse des minéraux dans les filons (*Notes de la Société minéralogique de l'U.R.S.S.*, t. LXXXIII, n° 3, 1954, pp. 177-197).
6. P. LANCSWEERT : A propos de quelques gisements de wolfram au Congo belge (*Institut Royal Colonial Belge*, t. XIV, 1943, pp. 449 à 509).
7. E. NIGGLI et ÉMILIE JAGER : Untersuchungen an Anthoinit (*Neues Jb. Mineral Abh.*, Bd 91-35-40, Juni 1957).
8. L. PEETERS : Contribution à la géologie des terrains anciens du Ruanda-Urundi et du Kivu (*Annales du Musée royal du Congo belge, Tervuren (Belgique)*, série in-8°, Sciences géologiques, vol. 16, pp. 1 à 197).
9. ED. POLINARD : Richesses minérales du Congo belge. (*Encyclopédie du Congo belge*, tome II, Éditions Bieleveld, Bruxelles, 1952, pp. 508-511).
10. C. PALACHE, H. BERMAN, C. FRONDEL : The System of Mineralogy of Dwight Dana and Edward Salisbury Dana (*Yale University 1837-1892*, seventh edition, vol. II, p. 1067, New-York, John Wiley and Sons, 1951).
11. R. C. PARGETER : The Ruhizha Ferberite Deposit, Kigesi Uganda. (*Record of Geological Survey of Uganda 1954*, pp. 27 à 46, 1956).
12. G. PASSAU : La scheelite dans les concessions de la Compagnie minière des Grands Lacs africains. (*Institut Royal Colonial Belge, Bulletin des séances*, tome XX, 1949, pp. 575 à 583).
13. A. PRIGOGINE : Concentration des minerais de wolfram et de niobium-tantale, au Congo belge et au Ruanda-Urundi. (*Académie royale des Sciences coloniales, Classe des sciences techniques, Mémoires in-8°, Nouvelle série*, tome IV, Fasc. 1, pp. 1 à 191).

14. E. REINTJENS : Les minerais stannifères de Manono et de Kikondja de la Géomines (Katanga, Congo belge). (*Ann. Soc. Géol. de Belgique Annexe au T L 1926-1927*).
15. A. A. SAOUKOV : The energy of the crystalline lattice and its part in geochemistry (en russe avec un résumé en anglais). (*Bulletin de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. 1937, Classe des Sciences mathématiques et naturelles*, n° 3, pp. 491-530).
16. A. VAES : Industrie minière du Congo belge et du Ruanda-Urundi en 1954. (*Extrait des Annales des Mines de Belgique 1955*, 6^e livraison, p. 1051).
17. A. VAES : Industrie minière du Congo belge et du Ruanda-Urundi en 1955. (Extrait du numéro de novembre 1956 des *Annales des Mines de Belgique*, p. 1006).
18. N. VARLAMOFF : Anthoinite, nouveau tungstate hydraté d'alumine. (*Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. LXX, pp. 153-166, 1947).
19. N. VARLAMOFF : *Granites et minéralisation au Maniema* (Congo belge). (*Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. LXXIII, pp. 111-170, 1950).
20. N. VARLAMOFF : Types de gisements de cassitérite du Maniéma et du Ruanda. (*Comité Spécial du Katanga, Comptes rendus des travaux du Congrès Scientifique Élisabethville*, volume II, pp. 409 à 430, 1950).
21. N. VARLAMOFF : Géologie des gisements stannifères de Symétain (Maniema, Congo belge). (*Institut Royal Colonial Belge, Section des Sciences naturelles et médicales, Mémoires in-8°*, tome XXII, fasc. 2, pp. 1 à 55, 1953).
22. N. VARLAMOFF : Matériaux pour l'étude des pegmatites du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Deuxième note. Transitions entre les pegmatites et les filons de quartz dans les massifs granitiques des régions stannifères du Maniéma (Congo belge). (*Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. LXXIX, juin 1956, pp. 385-403).
23. N. VARLAMOFF : Relations entre les faciès des cristaux de cassitérite de la région de Kalima (Congo belge) et la géologie de leurs gisements. (*Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. LXXII, pp. 286-316, 1949).
24. A. WÉRY : Le domaine minier des « Grands Lacs » (*Bulletins de la Soc. Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, t. LVII, fasc. 1, pp. 40-75).

TABLE DES FIGURES

- FIG. 1 : Répartition schématique de la minéralisation en wolfram par rapport aux contacts des massifs granitiques du Maniéma .. 13
(la grosseur du trait indique la plus ou moins grande abondance de wolfram).
- FIG. 2 : Position schématique des gisements de ferbélite (en pseudomorphoses d'après le scheelite) ; sur la même figure, sont situés les gisements de wolfram proprement dit 14
- FIG. 3 : Situation schématique des gisements de ferbélite par rapport aux contacts hypothétiques au Ruanda 14
- FIG. 4 : Région de Kalima. Répartition des échantillons de wolfram et de ferbélite dont les analyses chimiques se trouvent résumées sur les tableaux III et IV 20
- FIG. 5 : Région de Kasese et de Sukumakanga. Répartition des échantillons dont les analyses chimiques se trouvent dans les tableaux III et IV 22
- FIG. 6 : Carte du Ruanda et du Nord-Urundi indiquant les situations géographiques des gisements de ferbélite cités dans le travail. Les numéros permettent de retrouver les échantillons dans le tableau IV 29
- FIG. 7 : Coupe schématique à travers les chantiers du camp Yubuli montrant la situation des divers échantillons dont les analyses chimiques sont données dans le tableau III. Pour chaque échantillon, on renseigne : le numéro permettant de retrouver l'échantillon sur le tableau III et la carte de la fig. 4 ; ainsi que les pourcentages de WO_3 , de FeO et de MnO 48
- FIG. 8 : Coupe schématique longitudinale suivant la dorsale granitique partant du grand massif granitique de Kalima et pas-

sant par les chantiers de Bisamengo, Kibongobongo et Bengobiri. Sur cette coupe, sont renseignés les échantillons avec leurs numéros, ce qui permet de les situer sur les tableaux III et IV, ainsi que sur la carte de la fig. 4. Pour chaque échantillon sont renseignés les pourcentages en WO_3 , FeO et MnO 49

FIG. 9 : Répartition schématique des tungstates dans la région de Kalima. Cette figure résulte des figures 7 et 8 et tient compte des autres échantillons analysés dans le tableau III 52

FIG. 10 : Schéma résumant les positions relatives des minéralisations à Lutsiro (Ruanda). 54

FIG. 11 : Relation hypothétique entre les gisements de ferberite de diverses régions du Ruanda 55

TABLE DES PHOTOGRAPHIES

- PHOTO 1 : Aspects des lames de clivage du wolfram. Camp SYMÉTAÏN-Bakwame (région de Kasese). (Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957) *in fine*
- PHOTO 2 : Cristal de scheelite entièrement remplacé par de la ferbérîte en petits cristaux. Mine de M. STINGLHAMBER à Bugarama, Ruanda. (Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957) «
- PHOTO 3 : « Cristal » cassé d'anthoinite qui apparaît comme très blanche. L'anthoinite est parcourue par des veinules de ferbérîte noire. Camp Symétain-Bengobiri (Photo BOUCHONVILLE, Bukavu, 1948) «
- PHOTO 4 : Cristal de scheelite entièrement remplacé par de l'anthoinite. Mine de M. STINGLHAMBER, Bugarama, Ruanda. (Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957). «
- PHOTO 5 : Filon interstratifié assez continu (F) et filons logés dans les diaclases (Fd). Mine de M. MARCHAL, Kifuruwe, Ruanda. (Photo Paule VARLAMOFF, 1952) «
- PHOTO 6 : Cristal de wolfram avec de petits cristaux de cassitérite fixés sur ses faces. Le cristal a été trouvé par M. MEURICE aux chantiers Kibongobongo du camp Kakaleka II de Symétain Kalima (Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957) «
- PHOTO 7 : Partie centrale du dôme sur lequel sont situés les mines de MM. MIERGE et PIROTTE à Nyakabingu, Ruanda. Les roches sont constituées par des alternances de quartzites bleus et noirs en petits bancs et de schistes noirs graphiteux. A remarquer le filon interstratifié (Fi). La photo représente une partie des chantiers de M. MIERGE (Photo Paule VARLAMOFF, 1957). «
- PHOTO 8 : Aspect caverneux du minerai de ferbérîte dans les parties intérieures des cristaux de reinite. (f) ferbérîte, (a) an-

thoinite, (q) quartz. Mine de M. MIERGE, Niakabingu, Ruanda
(Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957) *in fine*

PHOTO 9 : Anthoinite blanche, parcourue par de petites veinules
de quartz gris bordées de ferbérîte noire. Symétain, Kalima,
camp Bangobiri (Photo BOUCHONVILLE, Bukavu, 1948) «

PHOTO 10 : Disposition des tranchées (T) et des puits (P) de pros-
pection des éluvions. Mine de M. MARCHAL, Kifuruwe, Ruanda
(Photo Paule VARLANOFF, 1955) «

PHOTO 11 : Filon recoupant (Fr) et donnant des départs inter-
stratifiés dans les schistes noirs graphiteux. Mine de M. MAR-
CHAL, Kifuruwe, Ruanda (Photo Paule VARLAMOFF, 1956) «

PHOTO 12 : Série de filons du quartz avec ferbérîte. Les filons sont
interstratifiés dans des schistes noirs graphiteux et donnent
quelques ramifications recoupantes. Mine de M. MARCHAL,
Kifuruwe, Ruanda (Photo Paule VARLAMOFF, 1956) «

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|----------------|
| Introduction | 3 |
| I. Historique | 7 |
| II. Types de gisement de minerais de tungstène rencontrés au Maniéma et au Ruanda | 11 |
| III. Principales caractéristiques des gisements de wolfram des concessions Symétain au Maniéma | 15 |
| IV. Principales caractéristiques des gisements de ferbélite au Maniéma et au Ruanda | 28 |
| V. Relations spatiales des divers gisements de wolfram et de fer- bélite | 46 |
| VI. Quelques aspects de la prospection des gisements détritiques et primaires de wolfram et de ferbélite | 56 |
| VII. Conclusions générales | 65 |
| Bibliographie | 67 |
| Table des figures | 69 |
| Table des photos | 71 |
| Table des matières | 73 |
| Photos | <i>in fine</i> |

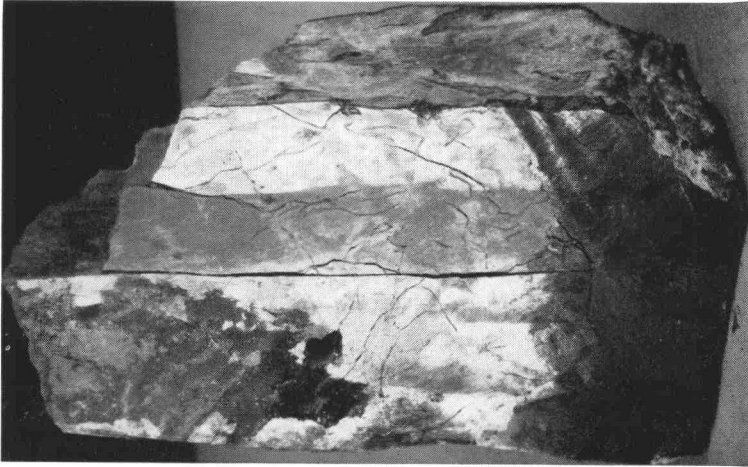


PHOTO 1. — Aspects des lames de clivage du wolfram.
Camp Symétain-Bakwame (région de Kasese) (Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957).

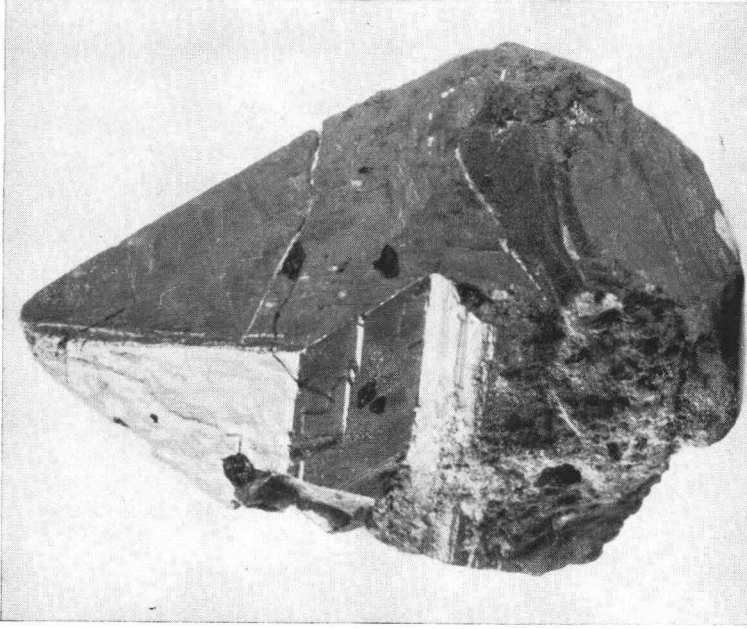


PHOTO 2. — Cristal de scheelite entièrement remplacé par de la ferberite en petits cristaux. Mine de M. STINGLHAMBER, à Bugarama, Ruanda (Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957).

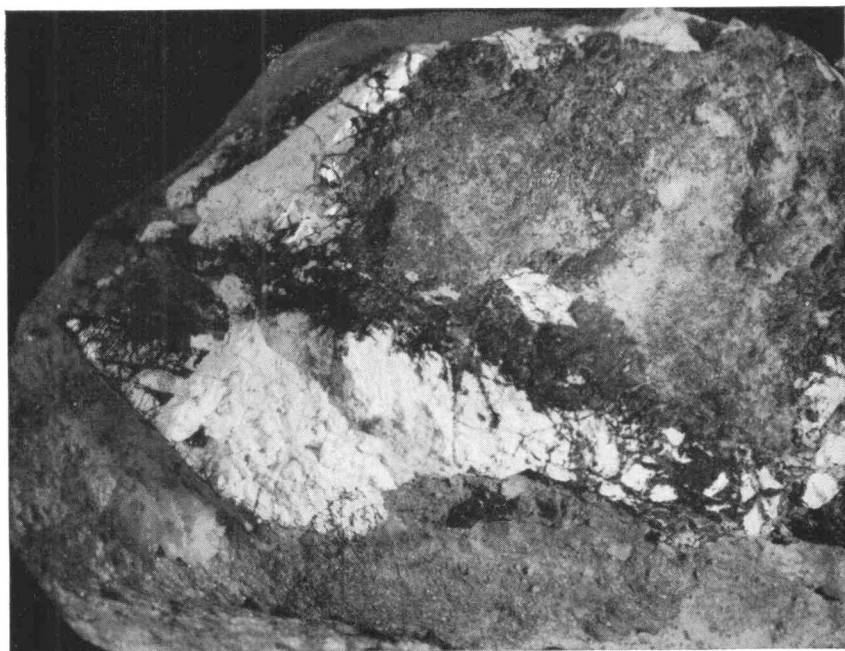


PHOTO 3. — « Cristal » cassé d'anthoinite qui apparaît comme très blanche. L'anthoinite est parcourue par des veinules de ferberite noire. Camp SYMÉTAÏN Bengobiri (Photo BOUCHONVILLE, Bukavu, 1948).

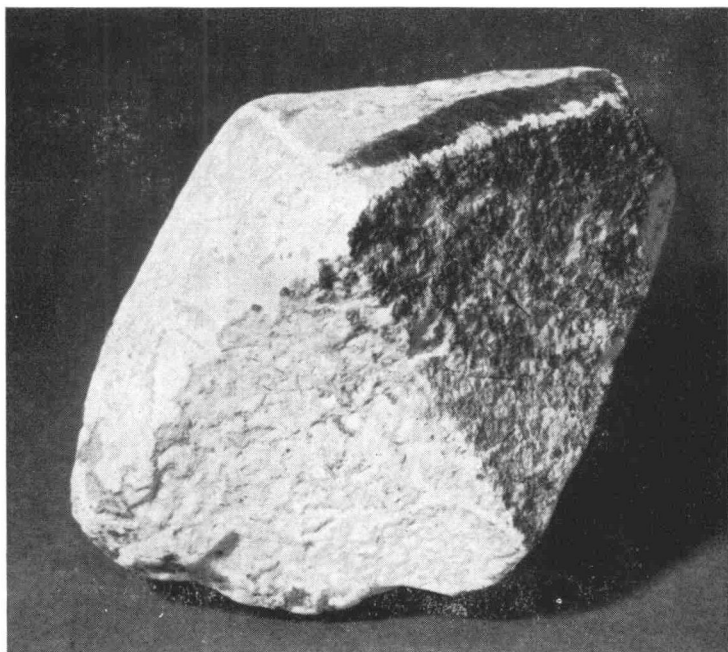


PHOTO 4. — Cristal de scheelite entièrement remplacé par de l'anthoinite. Mine de M. STINGLHAMBER Bugarama, Ruanda (Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957).

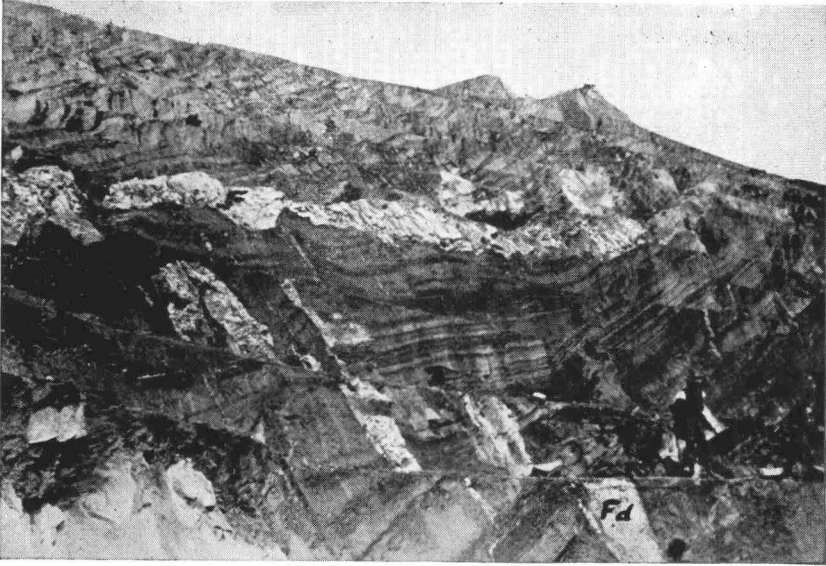


PHOTO 5. — Filon interstratifié assez continu (F) et filons logés dans les diaclases (Fd). Mine de M. MARCHAL, Kifuruwe, Ruanda (Photo PAULE VARLAMOFF, 1952).

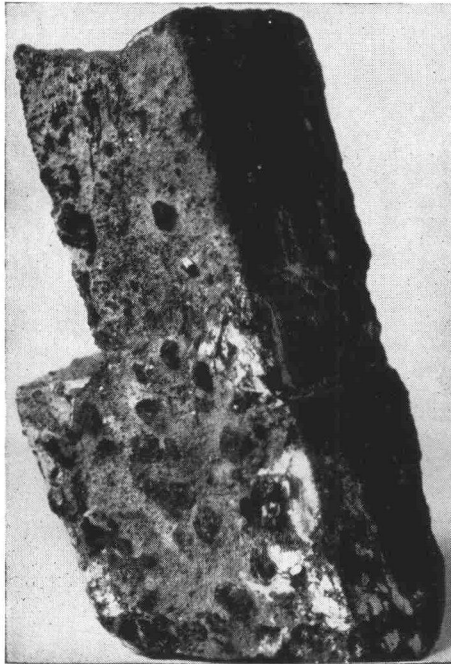


PHOTO 6. — Cristal de wolfram avec de petits cristaux de cassitérite fixés sur ses faces. Le cristal a été trouvé par M. MEURICE aux chantiers Kibongobongo du camp Kakaleka II, de Symétain Kalima (Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957).

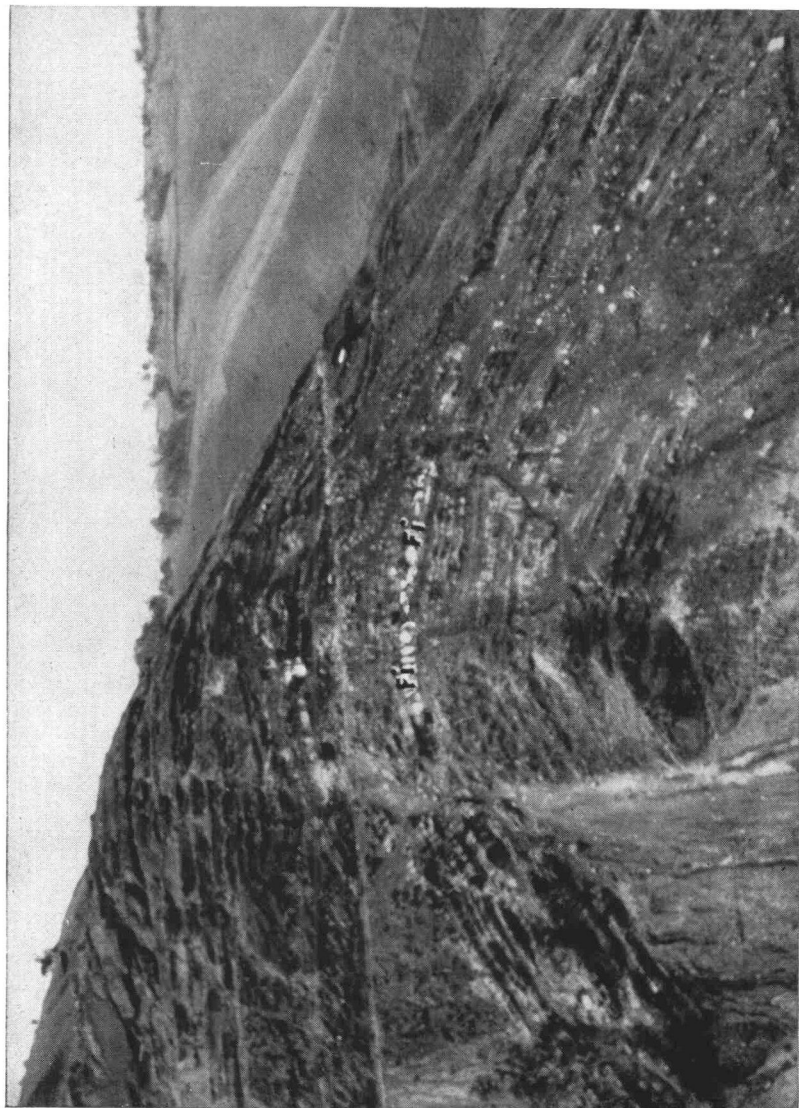


PHOTO 7. — Partie centrale du dôme sur lequel sont situées les mines de MM. MIERGE et PIROTTE à Nyakabingu, Ruanda. Les roches sont constituées par des alternances de quartzites bleus et noirs en petits bancs et de schistes noirs graphiteux. A remarquer le filon interstratifié (Fi). La photo représente une partie des chantiers de M. MIERGE (Photo Paule VARLAMOFF, 1957).



PHOTO 8. — Aspect caverneux du minéral de ferberite dans les parties intérieures des cristaux de reinite. (f) ferberite, (a) anthoïnite, (q) quartz. Mine de M. MIERGE, Niakabingu, Ruanda.
(Photo Y. CHARLIER, Bukavu, 1957).

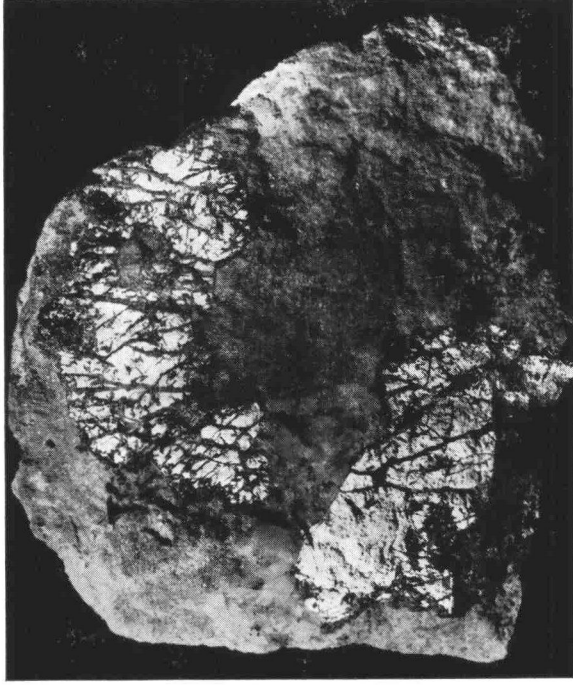


PHOTO 9. — Anthoïnite blanche, parcourue par de petites veinules de quartz gris bordées de ferberite noire. (SYMÉTAÏN, Kalima, Camp Bengobiri).
(Photo BOUCHONVILLE, Bukavu, 1948).

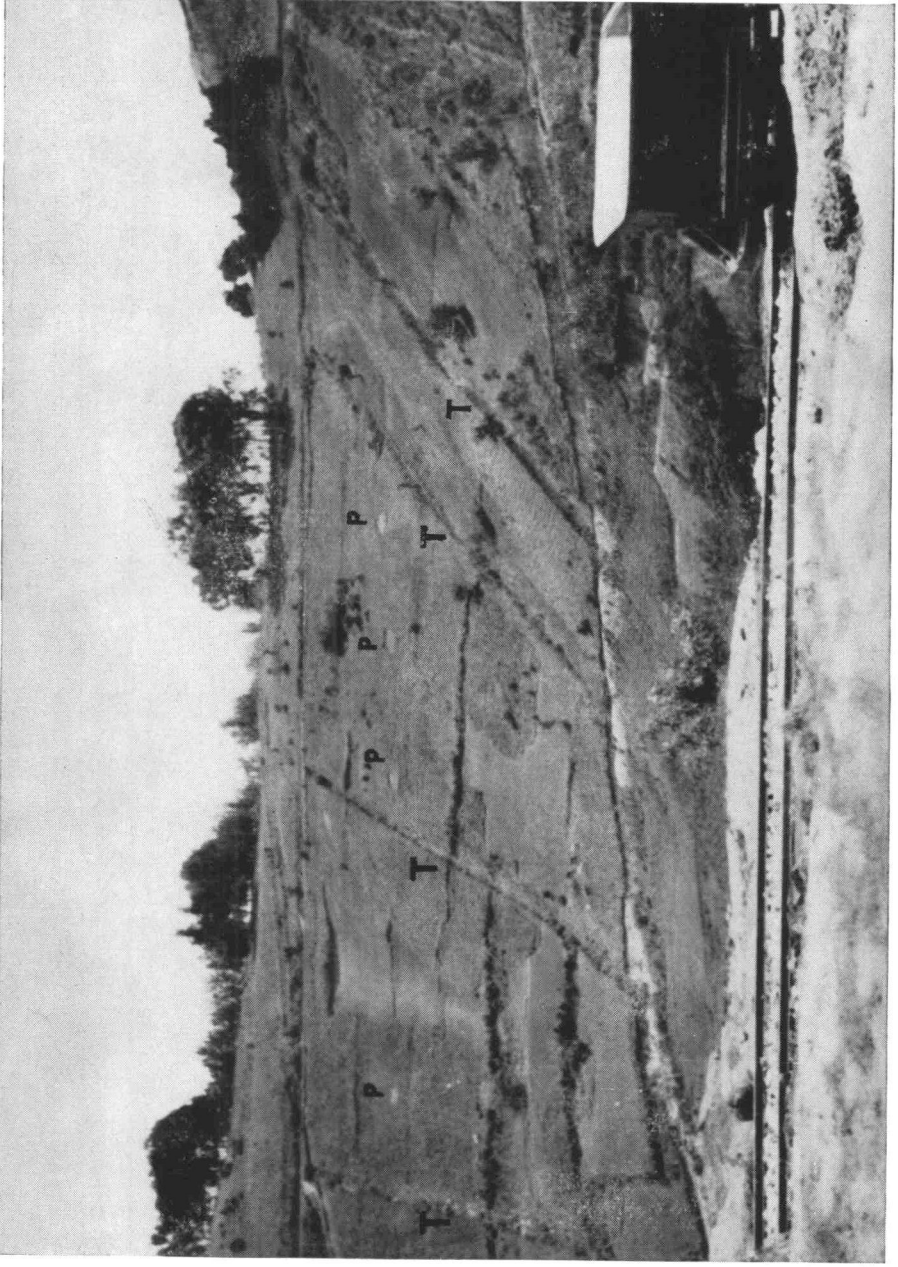


PHOTO 10. — Disposition des tranchées (T) et des puits (P) de prospection des éluvions. Mine de M. MARCHAL, Kifuruwe, Ruanda (Photo Paule VARLAMOFF, 1955).



PHOTO 11. — Filon recoupant (Fr) et donnant des dépôts interstratifiés dans les schistes noirs graphiteux. Mine de M. MARCHAL, Kifuruwe, Ruanda (Photo Paule VARLAMOFF, 1956).

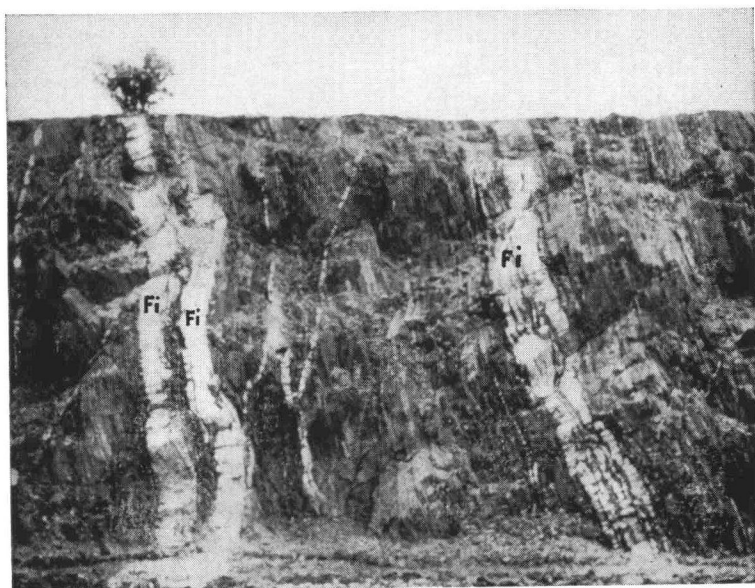


PHOTO 12. — Série de filons du quartz avec ferberite. Les filons sont interstratifiés dans les schistes noirs graphiteux et donnent quelques ramifications recoupantes. Mine de M. MARCHAL, Kifuruwe, Ruanda (Photo Paule VARLAMOFF, 1956).

