

Ferritungstite et meymacite de Meymac, France, et d'Afrique centrale,

par R. VAN TASSEL

(avec trois planches hors texte).

ABSTRACT. — *Ferritungstite occurs as yellow octahedra (25 to 200 μ) in Bumbogo, Rwanda, and in Kigezi, Uganda, and as yellow very fine grained material at Meymac, France, and at Nzombe, Kivu. Cubic symmetry is shown with the optical goniometer and by X-ray single crystal photographs, nevertheless a weak birefringence is observed. Penetration and complex twins according to the spinel law are recorded. The unit cell is a face-centered cube with $a=10,22$ to $10,31 \text{ \AA}$. The observed specific weight is $4,42$, n lies between $2,0$ and $2,15$. The chemical analysis suggests, not entirely convincing, the composition $(\text{Fe, Al})_2\text{O}_3 \cdot 2\text{WO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. This gives 4 molecules per unit cell and a calculated specific weight of $4,2$.*

Meymacite occurs at Meymac, France, and in Kivu, Rwanda and Uganda as brownish crusts or resinous nodules. It is a valid species, amorphous, with $n > 2$ and a specific weight of $4,0$. The mineral shows the composition of hydrotungstite and gives on calcination the X-ray powder pattern of WO_3 . Tungstite and hydrotungstite accompany meymacite and ferritungstite at Nzombe, Kivu.

X-ray powder patterns are given for all minerals.

La nature spécifique des constituants minéralogiques des ocre tungstiques est longtemps restée fort vague. La composition de ces derniers peut d'ailleurs être très complexe, ce qui compromet la valeur d'une détermination rapide et superficielle.

Les études de P. F. KERR et F. YOUNG (1944) et de D. H. RICHTER, L. E. REICHEN et D. M. LEMMON (1957) ont largement contribué à débrouiller le problème et elles ont fourni des précisions très poussées, d'une part sur l'hydrotungstite et la tungstite, d'autre part sur la ferritungstite.

La présente note se propose d'apporter des renseignements complémentaires sur la connaissance des propriétés de ces minéraux, ainsi que de la meymacite, et de signaler de nouvelles provenances.

En résumé, il est fait état des gisements et des minéraux suivants :

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE :

Germania Tungsten Mine, Deertrail district, Washington : ferritungstite et jarosite sur quartz.

FRANCE :

Meymac, Corrèze, Plateau central : ferritungstite et meymacite avec scheelite et wolframite.

AFRIQUE CENTRALE :

Rwanda :

Nyakabingu, district Bumbogo : ferritungstite, anthoinite et meymacite sur ferberite cloisonnée dans quartz filonien.

Shyirongi, district Bumbogo : ferritungstite sur ferberite cloisonnée dans quartz filonien.

Kifurwe, au Sud-Est du lac Luhondo : ferritungstite et anthoinite sur ferberite cloisonnée dans quartz filonien.

Kahengere, mine Geens : ferritungstite sur ferberite cloisonnée dans quartz filonien.

Rwankuba, au Nord du lac Mohazi : ferritungstite sur ferberite cloisonnée dans quartz.

Uganda :

Nyamulilo, mine Bjordal, district Kigezi : ferritungstite sur cloisonnement partiel interne de reinite (ferberite).

Environ 30 km au Nord-Ouest de Kabala, district Kigezi (Ruhizha ?) ⁽¹⁾ : ferritungstite et meymacite sur ferberite cloisonnée à remplissage de scheelite, dans quartz filonien.

Kivu :

Nzombe : ferritungstite, meymacite, hydrotungstite et tungstite dans quartz tourmalinifère.

La description macroscopique des spécimens examinés est donnée en premier lieu avant de passer à la description spécifique des minéraux, principalement de la ferritungstite et de la meymacite.

⁽¹⁾ D'après les indications de localisation, ce spécimen proviendrait de Ruhizha. R. C. PARGETER (1954) a toutefois précisé que la scheelite n'est pas observée à Ruhizha.

I. — DESCRIPTION MACROSCOPIQUE.

1. **GERMANIA TUNGSTEN MINE, WASHINGTON.**

Un petit échantillon d'environ $\frac{1}{2}$ cm³ (United States National Museum 86985) (1) de quartz montre des enduits pulvérulents jaunes (jarosite et mélange jarosite-ferritungstite) et des agglomérats mamelonnés ocre (ferritungstite).

2. **MEYMAC, GORRÈZE, FRANCE.**

Fragments très friables (2) composés, d'une part, de wolframite noire à clivage marqué et à taches violacées locales dues au manganèse, et, d'autre part, d'une masse brune résineuse, alvéolaire ou parfois lamellaire, enrobant généralement de gros grains de scheelite. Cette substance résineuse est la meymacite. Les alvéoles de cette meymacite, ainsi que les faces de clivage de la wolframite, sont souvent saupoudrées d'une substance jaune, qui est de la ferritungstite.

3. **NYAKABINGU ET SHYIRONGI, DISTRICT BUMBOGO, RWANDA.**

Masses de quartz filonien avec ferberite (0,65 % MnO) noire, mate, cloisonnée (3). L'espace entre les cloisons peut être vide ou rempli, partiellement ou complètement, d'une substance d'aspect terreux blanchâtre d'anthoinite, d'une substance franchement jaune de ferritungstite ou d'une substance jaune clair composée de ces deux minéraux (pl. I, photo 1). Il n'est pas rare de rencontrer des plages de boxwork vide de ferberite, avoisinant des plages à remplissage d'anthoinite et d'autres à remplissage de ferritungstite (pl. I, photo 5).

Une description de ce minerai et de son gisement a été faite par I. DE MAGNÉE et B. ADERCA (1960). L'ocre tungstique

(1) Spécimen obtenu grâce à l'obligeant intermédiaire du Dr G. SWITZER, Curator of the Division of Mineralogy and Petrology, United States National Museum, Smithsonian Institution, Washington.

(2) Collection de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, n° d'inv. 5701, spécimen étiqueté « meymacite » et entré en décembre 1893 comme achat à F. PISANI.

(3) Collection de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, n° d'inv. 22371, don B.-M. ADERCA.

signalée dans ce travail (p. 8), désignée comme tungstite (pp. 40 et 41) et figurée (photo 1 de la planche I), est en réalité de la ferritungstite.

4. KIFURWE, RWANDA.

Masse de quartz filonien avec boxwork de ferberite (1,5 % MnO) mate, à remplissage d'aspect microcristallin jaune de ferritungstite ⁽¹⁾. Le spécimen est figuré à la planche I, photo 4. N. VARLAMOFF (1958) a donné quelques précisions minéralogiques sur ce gisement et y a noté « peu de tungstite » (p. 42).

5. KAHENGERE, MINE GEENS, RWANDA.

Masses de quartz filonien avec boxwork (2 à 4 cm) de ferberite (1,5 % MnO) mate (pseudomorphose ?), tapissé de ferritungstite jaune ocre ou gris brunâtre ⁽²⁾, comme le montre la photo 3 de la planche I. Fragment (? quadroctaèdre) de ferberite (1,5 % MnO) mate, cloisonnée au centre à remplissage partiel de ferritungstite jaune d'aspect microcristallin, représenté par la photo 2 de la planche I ⁽³⁾.

6. RWANKUBA, RWANDA.

Masse de quartz avec boxwork (2 cm) de ferberite mate, tapissée d'une substance jaune pâle d'aspect micacé ⁽⁴⁾. Il s'agit de ferritungstite impure, peu caractéristique.

7. NYAMULILO, MINE BJORDAL, KIGEZI, UGANDA.

Gros cristal de « reinite » (ferberite pseudomorphe, 0,45 % MnO) mate, de 10 cm d'arête, montrant une plage cloisonnée de 3 cm tapissée partiellement de ferritungstite jaune ⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Collection du Musée Royal d'Afrique Centrale, Tervuren, numéro du catalogue 1885.

⁽²⁾ Collection du Musée Royal d'Afrique Centrale, Tervuren, numéro du catalogue 8532.

⁽³⁾ Collection de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, n° d'inv. 22404, don B.-M. ADERCA.

⁽⁴⁾ Collection du Musée Royal d'Afrique Centrale, Tervuren, numéro du catalogue 4571.

⁽⁵⁾ Collection de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, n° d'inv. 20733, don B.-M. ADERCA.

8. ENVIRON 30 KM AU N. W. DE KABALE (RUHIZHA ?), KIGEZI, UGANDA.

Masse de quartz filonien, faiblement pyriteux, avec boxwork de ferberite (1 % MnO) mate montrant généralement un remplissage de scheelite à gros grains (1). Cette scheelite est enrobée d'une mince croûte mamelonnée de ferritungstite jaune miel qui pénètre occasionnellement dans la scheelite (photo 1 de la planche II). Les cloisons de la ferberite sont parfois tapissées d'une mince pellicule brune de meymacite.

9. NZOMBE, KIVU.

Masse de quartz tourmalinifère (tourmaline verte) englobant un noyau (1 cm) résineux brun de meymacite à alvéoles parfois saupoudrées de tungstite et un noyau (1 cm) pulvérulent ocre, composé de meymacite et ferritungstite (2). Un autre fragment de quartz tourmalinifère englobe un noyau (2 × 3 cm), à bords nets (pseudomorphose), composé d'une substance jaune clair alvéolaire de meymacite et ferritungstite (2).

La tungstite de Nzombe a déjà fait l'objet d'une étude de P. BOURGUIGNON (1953).

L'abondance relative de la ferritungstite observée sur des ferberites rwandaises et ugandaises fait présumer que la « tungstite » de Kifurwe, Rwanda, et de Murore, Urundi, signalée en passant par N. VARLAMOFF (1958, pp. 42 et 43) est à revoir quant à son éventuelle identité avec la ferritungstite. De même, il est permis de suggérer que la tungstite sur la ferberite de Ruhizha, district Kigezi, Uganda, signalée par R. C. PARGETER (1954, p. 38), peut en réalité être de la ferritungstite.

II. — DESCRIPTION SPÉCIFIQUE.

1. FERRITUNGSTITE.

L'identification de la ferritungstite ne put être menée à bonne fin que grâce aux résultats antérieurs obtenus sur le

(1) Collection de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, n° d'inv. 22404, don F. GOOSSENS.

(2) Collection du Laboratoire de Géologie appliquée de l'Université de Bruxelles.

minéral de la Nevada Scheelite Mine, Rawhide, Mineral County, Nevada, par D. H. RICHTER, L. E. REICHEN et D. H. LEMMON (1957) et à un examen comparatif avec la ferritungstite originale de W. T. SCHALLER (1911), provenant de la Germania Tungsten Mine, Deertrail district, Washington (USNM, n° du catalogue 86985).

Ces deux provenances sont, à la connaissance de l'auteur, les seules occurrences connues avec certitude jusqu'à présent.

L'examen du spécimen USNM 86985 permet de déceler une poudre jaune s'avérant spectrographiquement être composée de fer en l'absence de tungstène et donnant un radiogramme de jarosite (jarosite potassique) et une substance ocre, spectrographiquement à base de fer et de tungstène, fournissant un radiogramme (photo 1 de la planche III) identique à celui de la ferritungstite de Nevada (D. H. RICHTER *et al.*, 1957) et à ceux obtenus au cours de la présente étude. D'autres radiogrammes révélèrent un mélange de ces deux minéraux.

Ces constatations ne font que confirmer les conclusions de D. GRAF (*in* D. H. RICHTER *et al.*) et de D. H. RICHTER *et al.* que certaines observations aberrantes antérieures relatives à la ferritungstite (SCHALLER, W. T., 1911; KERR, P. F., 1940) ont pu se faire, du moins partiellement, soit sur des mélanges de jarosite et de ferritungstite, soit sur la jarosite.

A. — Morphologie.

La ferritungstite de Deertrail district, Washington, et de Meymac, France, est pulvérulente et cryptocristalline, du moins pour les échantillons étudiés, et ne put être identifiée que grâce à son radiogramme (photos 1 et 2 de la planche III). La ferritungstite de Nzombe, Kivu, n'est pas beaucoup mieux individualisée.

Le minéral prend, par contre, un aspect franchement cristallisé dans les gisements rwandais et ugandais. Il s'y présente, vu au grossissement de 25 à 50 \times , sous les formes suivantes :

1. En remplissage microcristallin parfois exclusif des cavités de la ferberite cloisonnée (Bumbogo, Kifurwe).

2. En croûte cristalline, parfois plus ou moins mamelonnée, tapissant les cloisons de la ferberite (photo 2 de la planche II) (Bumbogo, Kifurwe, Kahengere). Des cristaux de facies octaédrique y atteignent jusqu'à 0,2 mm. La croûte jaune peut enrober

des grains de scheelite et pénétrer même dans cette dernière substance (photo 1 de la planche II) (Nord-Ouest Kabale, Kigezi).

3. En nids ou en traînées minces microcristallins sur l'anthoinite. Ce mode d'occurrence confère alors à l'anthoinite, par plages, une teinte légèrement jaunâtre (Bumbogo).

4. En petites demi-sphères microcristallines isolées, à surface écaillée, de 0,1 mm, implantées sur la ferberite ou sur l'anthoinite (Bumbogo).

5. En très fines lamelles hexagonales, d'un diamètre de 100 à 140 μ et d'une épaisseur de 10 μ (photo 5 de la planche II), implantées sur la ferritungstite microcristalline à facies octaédrique (Bumbogo).

6. En de rares rosettes fibroradiées (0,1 mm) jaune pâle déposées sur la tungstite (Nzombe).

Les cristaux présentent le plus souvent un facies octaédrique. Ils se groupent toutefois généralement en agglomérats très intimement enchevêtrés. L'examen au grossissement de 25 à 50 \times fait alors apercevoir une multitude de points brillants dus à la réflexion sur les faces triangulaires des octaèdres enchevêtrés. La figure 1 et la photo 3 de la planche II donnent une idée du mode d'occurrence des agglomérats.

Les cristaux individuels mesurent 25 à 200 μ et atteignent ainsi en Afrique centrale des dimensions bien supérieures à celles du minéral de Washington et du Nevada (max. 25 μ).

Des réflexions sur des faces en forme d'étoile de Juda (figure 1, en bas à gauche, et photo 4 de la planche II) ne sont pas rares. Ce phénomène s'explique par l'interpénétration de deux octaèdres suivant la macle 111 du spinelle.

Des cristaux sous forme de lamelles hexagonales (100-140 μ) n'ont été observés qu'une seule fois, notamment dans une géode (2 cm) de quartz filonien incomplètement colmatée par de la ferritungstite microcristalline octaédrique hérissée de lamelles hexagonales enchevêtrées (Mine Shyirongi, Bumbogo, Rwanda).

L'identité des cristaux octaédriques et des cristaux lamellaires est mise en évidence par les radiogrammes de poudres (photo 3 de la planche III).

Malgré la ténuité des cristaux, il a été possible d'obtenir au goniomètre optique des mesures approximatives valables, en raison de la forte réflexion des faces. Les résultats goniométriques

ques sont consignés au tableau I, tandis que les projections stéréographiques et les dessins des cristaux sont donnés par la figure 2 (2 A : cristal octaédrique; 2 B : lamelle hexagonale).

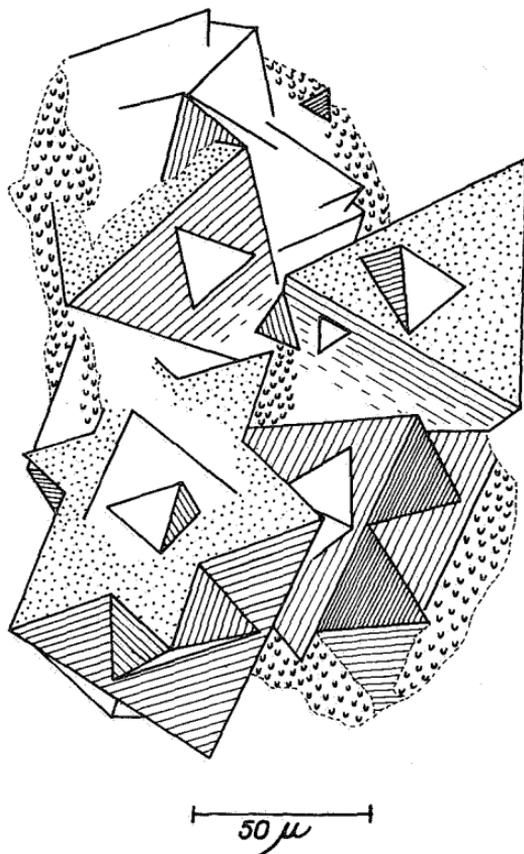


FIG. 1. — Agglomérat de cristaux de ferritungstite de Nyakabingu, Rwanda.

Ces mesures prouvent, d'une part, que les cristaux à facies octaédrique donnent des valeurs angulaires caractéristiques du système cubique et, d'autre part, que les lamelles hexagonales sont à considérer comme macles complexes suivant 111 du spinelle.

B. — Optique.

La couleur des cristaux est en général franchement jaune; toutefois, dans de rares cas, certains spécimens du Rwanda n'accusent qu'une teinte jaune très pâle.

Au microscope les cristaux sont transparents et leur réfringence est très forte. Malgré leur facies isométrique ils montrent une anisotropie optique manifeste, bien que la biréfringence soit faible.

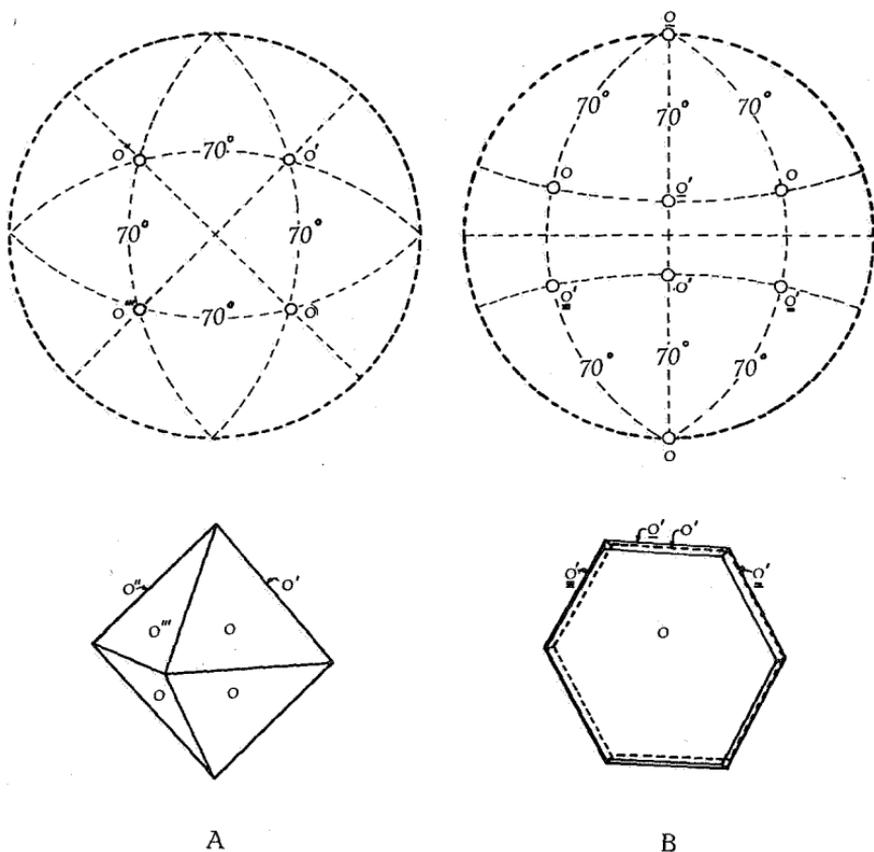


FIG. 2.

- A. — Projection stéréographique et représentation d'un octaèdre de ferritungstite (Nyakabingu, Rwanda).
 B. — Projection stéréographique et représentation d'une lamelle de forme hexagonale de ferritungstite maclée (Shyirongi, Rwanda).

L'examen optique des lamelles hexagonales est surtout intéressant parce qu'il permet de prouver leur nature maclée et d'établir leur orientation optique. Chaque lamelle, dont les angles mesurés au microscope sont 120°, est composée de six

TABLEAU 1.

Cristaux octaédriques			Lamelles hexagonales		
Angles	Valeurs observées	Valeurs calculées pour l'octaèdre	Angles	Valeurs observées	Valeurs calculées pour l'octaèdre et la macle de spinelle
$o(111) : o'(\bar{1}\bar{1}1)$	$70^\circ 1/4$	$70^\circ 31' 44''$	$o : o' = o : \underline{o'}$	$70^\circ 1/4$	$70^\circ 31' 44''$
$o(111) : o''(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	70°	$70^\circ 31' 44''$	$o' : \underline{o'}$	$70^\circ 1/4$	$39^\circ 56'$
$o(111) : o(111)$	70°	$70^\circ 31' 44''$	$o' : \underline{o'} = o' : \underline{\underline{o'}}$	$55^\circ 1/2$	$56^\circ 15'$

compartiments, bien délimités, chacun à extinction unique. La figure 3 illustre ce phénomène, de même que la photo 5 de la planche II qui montre un fragment de lamelle en lumière ordinaire (photo 5 a) et entre nicols croisés (photo 5 b). La couleur d'interférence ne dépasse pas, pour les lamelles posées à plat, le blanc de premier ordre, ce qui correspond, compte tenu de l'épaisseur de la lamelle (10μ), à une biréfringence de 0,004.

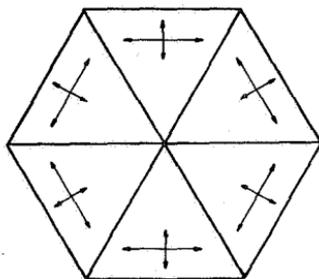


FIG. 3. — Orientation optique d'une lamelle maclée de ferritungstite.

La mesure de l'indice de réfraction est malaisée; toutefois, il a pu être établi, au moyen de mélanges de soufre et de sélénium d'après la méthode d'immersion, que l'indice, aussi bien pour les octaèdres que pour les lamelles hexagonales, est compris entre 2,0 et 2,15. Ces valeurs confirment celles obtenues par D. H. RICHTER *et al.* qui fixent n entre 2,09 et 2,15.

La ferritungstite n'accuse aucune fluorescence, que ce soit sous les rayons ultraviolets de longues ou de courtes longueurs d'onde.

C. — Essais pyrognostiques.

A 110° C la ferritungstite ne subit pas la moindre transformation, mais, à la calcination, elle devient noire. Son édifice cristallin est alors détruit pour donner naissance, d'après le radiogramme de poudre, à un autre produit cristallisé, dont la nature n'a toutefois pu être précisée (1).

D. — Poids spécifique.

La mesure du poids spécifique s'est d'abord heurtée à de nombreuses difficultés. D'une part, il ne fut pas possible au début d'isoler un fragment suffisamment compact pour permettre l'emploi de la microbalance, et, d'autre part, les essais de détermination entrepris sur la poudre au moyen d'un pycnomètre échouèrent.

A ce moment, le seul moyen d'arriver à une indication valable résidait dans l'immersion de grains purs dans des liqueurs denses. Il fut établi que la ferritungstite est plus lourde que l'iode de méthylène et, aussi, qu'une liqueur de Clerici à poids spécifique 4 1/4. Il fut constaté en plus que la vitesse de chute observée par des grains de même dimensions est plus grande, dans cette liqueur, pour la pyrite que pour la ferritungstite, d'où il fut conclu que le poids spécifique du dernier minéral est de l'ordre 4 1/2-4 3/4.

Cette donnée a ensuite été confirmée par des observations au moyen de la microbalance de Berman. Deux spécimens (5 et 33 mg) contaminés légèrement par de la ferberite et du quartz ont donné 4,25 et 4,68; finalement un agglomérat de 31 mg de ferritungstite apparemment pure et bien cristallisée de Bumbogo a donné $4,42 \pm 0,03$.

(1) A toute fin utile, le radiogramme de la ferritungstite calcinée est donné ci-après : 4,7 Å f, 3,8 m, 3,15 m, 2,90 F, 2,62 tf, 2,46 f, 2,18 f, 1,70 m, 1,50 f, 1,44 tf, 1,37 f, 1,32 f, 1,27 tf, 1,18 tf, 1,01 m. Ce radiogramme est différent de celui de WO₃ (voir plus loin) et de celui de l'anthoinite calcinée. Ce dernier donne les réflexions suivantes : 5,7 Å f, 4,3 f, 4,0 m, 3,83 TF, 3,40 m, 2,91 F, 2,47 tf, 2,18 f, 1,70 f.

Cette dernière valeur diffère assez bien de celle établie par les auteurs américains (D. H. RICHTER *et al.*); en effet ceux-ci ont observé 4,89 pour le minéral contaminé de quartz et ont calculé 5,2 pour le minéral pur.

E. — **Données chimiques.**

Seul le matériel de Nyakabingu, Bumbogo, fournit une prise suffisamment importante pour l'analyse. Toutefois, en raison de l'association parfois très intime de ferritungstite, ferberite, quartz et anthoinite, il est fort difficile d'obtenir une substance pure. Une poudre de 0,5 mg, de couleur jaune, fut soumise à l'analyse. Son radiogramme ne révèle d'autres réflexions que celles de la ferritungstite. Cependant, malgré le triage méticuleux, il est inévitable que de très petites quantités d'anthoinite, de quartz et de ferberite contaminent la prise; surtout la ferberite provenant des cloisons, parfois extrêmement minces, entre facilement dans les prises isolées.

Les résultats de l'analyse chimique sont consignés au tableau II et mis en regard de ceux publiés par D. H. RICHTER *et al.* (1957).

TABLEAU II.

Constituants	Ferritungstite de Nyakabingu, Bumbogo, Rwanda			Ferritungstite de Nevada (D. H. RICHTER <i>et al.</i> , 1957)		
	%	Rapp. molécul.		%	Rapp. molécul.	
H ₂ O	0,0	—	—	—	—	—
Perte au feu	7,8	0,433 (1)	3,15	7,52	0,4178	9,10
WO ₃	73,5	0,316	2,31	72,61	0,3131	6,80
FeO	n.d.	—	—	6,51	0,0906	1,97
Fe ₂ O ₃	13,3 (2)	0,083	} 1,00	7,33	0,0459	1,00
Al ₂ O ₃	5,5	0,054		—	—	—
CaO	0,5	—	—	6,03	0,1075	2,20
Somme	100,6			100,00		

Analyse : R. VAN TASSEL et L. VAN STIPHOUTD, 1961

(1) Perte au feu prise comme H₂O.

(2) Tout le fer est dosé comme Fe₂O₃.

Il ressort du tableau II que les deux analyses sont assez comparables pour H_2O , pour WO_3 et pour le fer total, mais qu'elles sont nettement divergentes pour CaO .

La teneur en calcium de la ferritungstite de Nyakabingu a été examinée de près par spectrographie optique et par fluorescence X. A la lumière de trois étalons (à 0, 1 et 6 % CaO) il s'est avéré que le calcium est effectivement présent dans le minéral, mais en si faible quantité que le pourcentage ne dépasse pas 1 % CaO . C'est la raison pour laquelle le calcium est écarté de la formule de la ferritungstite.

L'aluminium, par contre, se vérifie être, du moins pour le minéral de Nyakabingu, un constituant non négligeable. On pourrait supposer que l'aluminium proviendrait de l'anthoinite contaminante, mais la spectrographie optique indique, pour les agglomérats de ferritungstite de Nyakabingu apparemment exempts d'anthoinite, que le rapport atomique $Fe:Al$ est de l'ordre 1 : 1 à 2 : 1.

En ce qui concerne la teneur en fer bivalent, il n'a pas été possible d'effectuer un dosage satisfaisant. D'une part, des prises suffisamment importantes et pures faisaient défaut, et, d'autre part, une prise contaminée par la ferberite ne peut conduire à aucun résultat précis, car il s'est avéré que la ferberite attaquée suivant la méthode de D. H. RICHTER *et al.* interfère en libérant tout son fer à l'état bivalent. Un essai de dosage approximatif fut néanmoins tenté sur le minéral assez fortement contaminé de ferberite et fournit un chiffre pour FeO de toute façon inférieur à celui cité par les auteurs américains.

La spectrographie optique indique l'absence de Cu , As , Sn , Sb , Bi , Pb , Th , Nb et Ta .

L'analyse de la ferritungstite de Nyakabingu conduit ainsi, dans son expression la plus simple, à la formule $(Fe, Al)_2O_3 \cdot 2WO_3 \cdot 3H_2O$. Il convient toutefois de souligner que la composition déduite ne concorde pas d'une façon entièrement convaincante avec le rapport moléculaire observé. Pour avoir une base plus sûre il faudrait pouvoir disposer de matériel plus pur et plus abondant.

Ce qui pourrait susciter quelque étonnement, en admettant le rapport $(Fe, Al)_2O_3 \cdot 2WO_3 \cdot 3H_2O$, c'est que les deux minéraux, l'anthoinite et la ferritungstite, alors si analogues en composition, s'écartent si fort dans leurs propriétés cristallographiques, comme il est démontré dans le chapitre suivant.

TABLEAU III.

Niveau	Sin ² Θ observé	Sin ² Θ calculé	<i>hkl</i>
Équateur	121,5 . 10 ⁻³ m	121,2 . 10 ⁻³	400
	242,5 F	242,4	440
	482,6 tf	484,7	800
	604,0 m	605,9	840
	963,6 m	969,5	880
1 ^{er} niveau	22,5 F	22,7	111
	81,9 F	83,3	311
	143,0 tf	143,9	331
	204,7 tf	204,5	511
	264,0 f	265,1	531
	385,7 f	386,3	551
	445,1 f	446,9	731
	568,6 tf	568,9	751
	627,6 tf	628,6	911
	687,8 f	689,2	931
	751,5 tf	749,8	771
	806,3 tf	810,4	951
926,9 f	931,6	11.1.1	
2 ^e niveau	90,6 TF	90,9	222
	333,4 F	333,3	622
	575,0 f	575,6	662
	813,9 m	818,0	10.2.2
3 ^e niveau	83,0 TF	83,3	113
	144,3 tf	143,9	133
	205,5 m	204,5	333
	266,2 f	265,1	513
	326,3 m	325,7	533
	448,0 f	446,9	553
	632,0 tf	628,6	753
	689,9 f	689,2	913
	751,0 tf	749,8	933
	810,3 tf	810,4	773
869,8 f	871,0	953	
4 ^e niveau	182,6 tf	181,8	224
	243,2 m	242,4	044
	363,0 m	363,5	444
	605,1 f	605,9	804
	724,3 m	727,1	844

TF = très fort, F = fort, m = moyen, f = faible, tf = très faible.

F. — Données radiocristallographiques.

a) Radiogramme de monocristal. — Un des cristaux octaédriques, quasi parfait (150 μ), de Nyakabingu, ayant déjà servi aux mesures goniométriques, fut soumis à la diffraction des rayons X, dans une caméra de 5,7 cm de diamètre et avec la radiation filtrée du Co. Trois orientations différentes, avec les zones [100], [010] et [001] comme axes de rotation, ont fourni des radiogrammes identiques et prouvent ainsi le caractère cubique du cristal examiné. Les réflexions, consignées au tableau III, correspondent à une maille cubique avec $a = 10,28 \text{ \AA}$.

Les réflexions sont caractérisées par des indices hkl , soit tous pairs, soit tous impairs, indiquant ainsi un réseau cubique à faces centrées.

La ferritungstite est ainsi cristallographiquement très différente du minéral de composition analogue, l'anthoinite, qui est, d'après E. NIGGLI et E. JÄGER (1957), monoclinique ou même triclinique.

b) La maille élémentaire. — Sur la base de l'arête du réseau cubique, $a = 10,28 \text{ \AA}$, et du poids spécifique 4,42, le poids de la maille-unité est calculé à 2850. Puisque d'après l'analyse chimique une composition $(\text{Fe}_{0.6}\text{Al}_{0.4})_2\text{O}_3 \cdot 2\text{WO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ est admise, le poids moléculaire est 678. Il s'ensuit que le nombre calculé des molécules contenus dans la maille-unité est 4,2, soit 4. La densité calculée devient ainsi 4,22.

c) Radiogrammes de poudre. — La ferritungstite de Deertrail district, Washington, de Meymac et de l'Afrique centrale fournit des radiogrammes (photos 1, 2 et 3 de la planche III) comparables à celui signalé par D. H. RICHTER *et al.* (1957) pour la ferritungstite de Nevada. Ces radiogrammes sont en outre très semblables à celui de la microlite, ce qui indique que les dimensions des mailles de ces deux minéraux ne peuvent pas être très différentes.

Les réflexions observées pour la ferritungstite de Nyakabingu, de Meymac et de Washington sont consignées au tableau IV et mises en regard de celles établies par D. H. RICHTER *et al.* (1957). Ces derniers auteurs ont indexé les réflexions sur la base d'un réseau quadratique, qui ne trouve pas de justification dans l'étude présente.

Il s'avère, d'autre part, que le radiogramme de la ferritungstite est complètement différent de celui de l'anthoïnite (E. NIGGLI et E. JÄGER, 1957, et aussi photo 4 de la planche III).

Il fut observé, sur la base des radiogrammes de poudres, que les ferritungstites des différentes provenances accusent de

TABLEAU IV.

<i>hkl</i> (indexation cubique)	Nyakabingu, Bumbogo, Rwanda (¹)	Meymac, France (¹)	Deertrail district, Washington (¹)	Nevada (D. H. RICHTER e. a., 1957)
	<i>d_{hkl}</i> <i>I</i>	<i>d_{hkl}</i> <i>I</i>	<i>d_{hkl}</i> <i>I</i>	<i>d_{hkl}</i> <i>I</i>
111	5,87 Å TF	5,84 Å TF	5,93 Å F	5,95 Å 10
113	3,10 TF	3,09 F	3,10 F	3,10 9
222	2,94 TF	2,95 F	2,98 TF	2,966 10
004	2,55 mf	2,56 m	2,57 m	2,572 6
133	2,34 f	2,35 f	—	2,361 3
420	—	—	—	2,294 0,5
422	—	—	—	2,101 1
115	1,97 m	1,98 m	1,98 m	1,979 5
044	1,81 F	1,82 F	1,82 F	1,819 8
531	1,72 m	1,74 m	1,74 m	1,738 5
620	—	—	—	1,625 0,5
335	1,556 f	—	—	1,569 3
226	1,539 F	1,545 F	1,556 F	1,550 7
444	1,476 f	1,489 f	1,489 f	1,485 3
117	1,431 m	1,442 m	1,438 m	1,441 4
137	1,330 m	1,341 m	1,340 m	1,341 4
008	1,276 f	—	1,287 f	1,286 2
337	—	—	—	1,257 0,5
555	—	—	—	1,188 1
266	1,176 m	1,184 m	1,183 m	1,180 5
048	1,144 f	1,154 f	1,153 m	1,150 4
119	1,122 f	1,132 f	1,133 f	1,129 2
139	1,071 f	1,083 f	1,082 f	1,079 2
448	1,044 f	1,054 m	1,053 m	1,051 3
177	1,026 f	1,038 m	1,037 f	1,035 2
377	0,988 tf	1,000 tf	—	0,9948 0,5
666	0,983 f	0,993 f	0,993 f	0,9902 6

(¹) Caméra de 5,7 cm de diamètre, radiation du Fe filtrée par du Mn.
 TF = très fort, F = fort, m = moyen, f = faible, tf = très faible.

légers écarts dans les distances réticulaires, comme en font état les paramètres calculés repris au tableau V et rapportés à une maille cubique.

Il résulte de ce tableau V, ainsi que de la valeur observée pour le monocristal (tabl. III), que le paramètre a est systématiquement plus faible dans les gîtes rwandais. Ce phénomène

TABLEAU V.

Provenance	Paramètre a
Rwanda :	
Nyakabingu, Bumbogo	10,22 Å ⁽¹⁾
Shyirongi, Bumbogo	10,22
Kifurwe	10,23 ⁽¹⁾
Kahengere	10,23 ⁽¹⁾
Uganda :	
Nyamulilo	10,31
Nord-Ouest Kabale, Kigezi	10,30 ⁽¹⁾
Kivu :	
Nzombe	10,30 ⁽¹⁾
France :	
Meymac	10,31
États-Unis :	
Washington	10,31

⁽¹⁾ Mesures vérifiées par un enregistrement simultané de chlorure de sodium. Caméra : 5,7 cm \varnothing , radiation filtrée du Fe.

semble trouver sa cause dans une variabilité de la composition chimique; en effet, il fut établi par spectrographie optique que la ferritungstite de trois gisements rwandais (Nyakabingu, Kifurwe et Kahengere) est plus riche en aluminium et plus pauvre en calcium que la ferritungstite des deux gisements ugandais.

2. MEYMACITE.

A. CARNOT (1874, p. 638) a décrit la meymacite comme minéral jaune ou légèrement brunâtre, à éclat résineux bien prononcé, et il a analysé deux spécimens, l'un friable, l'autre dur et lamellaire. La composition est reprise au tableau VI. A. CARNOT a considéré le minéral comme acide tungstique hydraté.

A. LACROIX (1901, p. 314) a admis la formule $WO_3 \cdot nH_2O$ et a considéré la meymacite comme une « opale » de la tungstite.

Les « System of Mineralogy » de E. S. DANA n'ont pas retenu la meymacite comme espèce valable. Dans la sixième édition (1892, p. 202) la meymacite n'est placée qu'en appendice à la tungstite et dans la septième édition (1944, p. 606) elle est qualifiée de « probably identical with tungstite ».

T. L. WALKER (1908) a comparé un minéral de la Colombie britannique à la meymacite et a considéré cette dernière comme une variété de tungstite. Il ne ressort toutefois pas de cette description si T. L. WALKER a effectivement étudié la meymacite originale.

D. LOVISATO (1907) a décrit la meymacite, associée à la scheelite, dans le gisement bismutho-wolframifère de Nurri e Orroli, Cagliari, Sardaigne. Elle s'y présente en deux variétés d'aspect résineux, l'une jaune-vert à grains cristallins agglomérés, l'autre orange-jaune à jaune-brun. Les données analytiques sont reprises au tableau VII. D'après cet auteur, la meymacite constitue des stades différents de l'hydratation de WO_3 .

P. F. KERR (1946) a passé les minéraux wolframifères en revue et a qualifié la meymacite de « impure tungstite » (p. 70) et « mixture to be discredited » (p. 80).

La meymacite de Meymac a, pour les besoins de la présente étude, été séparée par triage minutieux. Le minéral est jaune-brun, résineux ou vitreux, et présente une cassure conchoïdale. Les grains purs ont, d'après la méthode d'immersion, un poids spécifique compris entre 3,3 et 4 1/4. Une détermination à la microbalance de Berman entreprise sur deux fragments compacts, de 7,9 et 31,3 mg, contaminés toutefois légèrement par la scheelite, a révélé respectivement 4,10 et 3,94, soit 4,02 en moyenne. Cette valeur s'intègre bien dans les poids spécifiques établis par A. CARNOT (1874).

La meymacite de Nzombe, Kivu, se présente sous forme d'un noyau (1 cm) jaune-brun, craquelé, résineux ou vitreux, à cassure conchoïdale, tandis que le minéral de Nyakabingu, Bumbogo, et du district Kigezi, au Nord-Ouest de Kabale, n'est repéré qu'occasionnellement, au fond des vacuoles de la ferberite cloisonnée, sous forme d'une mince pellicule jaunâtre, vitreuse, également à cassure conchoïdale.

La meymacite est isotrope avec n supérieur à 2. Elle est presque amorphe vis-à-vis des rayons X, car le radiogramme de poudre ne montre qu'une seule raie assez diffuse : 3,81 Å (¹) (photos 5 et 6 de la planche III). Par contre, le radiogramme de la substance calcinée (photos 7 et 8 de la planche III), consigné au tableau VI, correspond, à part quelques raies supplémentaires, au radiogramme de WO₃ (photo 9 de la planche III) que l'on obtient également en calcinant la tungstite ou l'hydrotungstite. Le minéral de Meymac devient gris foncé lors de la calcination, tandis que le WO₃ pur calciné est jaune clair.

Ces radiogrammes correspondent à ceux établis pour WO₃ par H. A. KOVALEV (1938, in MIKHEEV, 1957, p. 404) et par A. MAGNÉLI, G. ANDERSSON, B. BLOMBERG et L. KIHILBORG (1952, p. 2000 et *A.S.T.M. Card Index of X-ray diffraction data*, fiches 5-0363 et 5-0364) et à celui figuré par A. M. MORLEY (1930, photo 1).

TABLEAU VI.

Meymacite calcinée de Meymac et de Nzombe (¹)		Hydrotungstite synthétique calcinée (préparation d'après KERR et YOUNG, 1944) (¹)		WO ₃ (A. MAGNÉLI e. a., 1952)		WO ₃ (H. A. KOVALEV, 1938)	
d_{hkl}	I	d_{hkl}	I	d_{hkl}	I	d_{hkl}	I
3,85 Å	F	3,85 Å	F	3,84 Å	100	3,84 Å	10
3,74	F	3,72	F	3,76	95	3,76	7
3,63	F	3,64	F	3,64	100	3,63	10
3,33	f	3,31	f	3,34	50	3,35	2

(¹) Cette raie ne peut provenir ni de la ferritungstite, ni de la scheelite, ni de la wolframite éventuellement contaminantes.

TABLEAU VI (suite).

Meymacite calcinée de Meymac et de Nzombe (1)		Hydrotungstite synthétique calcinée (préparation d'après KERR et YOUNG, 1944) (1)		WO ₃ (A. MAGNÉLI e. a., 1952)		WO ₃ (H. A. KOVALEV, 1938)	
3,10	m	3,09	m	3,109	50	3,074	4
2,88 (2)	m	—	—	3,076	50	—	—
2,68	m	2,68	F	2,684	75	2,662	3
2,61	F	2,61	F	2,651	60	2,617	7
2,42	tf	—	—	2,617	90	—	—
—	—	2,52	tf	—	—	—	—
2,29	tf	—	—	2,528	35	—	—
2,154	f	2,163	m	2,172	50	2,153	6
1,922	f	1,920	f	2,149	60	1,916	6
1,880	tf	1,875	f	1,917	50	1,876	5
1,818	m	1,813	md	1,879	50	1,823	9
1,717	f	1,715	f	1,820	75	—	—
1,680	f	1,698	f	1,707	60	1,692	2
1,664	f	1,666	f	1,687	55	1,654	4
1,642	m	1,645	m	1,670	50	1,637	4
1,595	tf	—	—	1,646	25	—	—
1,493	f	1,489	f	—	—	1,498	4
1,418	tf	—	—	1,486	60	—	—
1,321	f	1,310	tf	—	—	1,309	2
1,243	f	1,243	md	1,308	45	1,238	5
1,220	tf	1,217	tf	1,245	20	—	—
1,172	tf	1,178	f	1,242	20	1,215	3
1,157	tf	1,157	tf	1,238	20	1,163	2
—	—	1,143	tf	—	—	1,155	2
1,130	f	1,128	m	—	—	—	—
1,116	f	1,115	m	—	—	1,113	2
—	—	1,071	tf	—	—	—	—
—	—	1,064	tf	—	—	—	—
—	—	1,050	tf	—	—	—	—
1,038	tf	1,040	f	—	—	—	—
—	—	1,030	tf	—	—	—	—
—	—	1,024	tf	—	—	—	—
—	—	1,001	tf	—	—	—	—

(1) Caméra de 5,7 cm de diamètre, radiation du Fe, filtre de Mn.

(2) Réflexion imputable peut-être à la ferritungstite calcinée (p. 386).

L'analyse chimique entreprise sur la meymacite de Meymac, soigneusement triée sous le microscope binoculaire (0,2 g), a donné les résultats consignés au tableau VII, où figurent également les valeurs obtenues antérieurement et les valeurs calculées pour l'hydrotungstite (formule de cette dernière d'après P. F. KERR et F. YOUNG, 1944).

TABLEAU VII.

Constituants	Meymacite de Meymac (A. CARNOT, 1874)	Meymacite de Cagliari (D. LOVISATO, 1907)	Meymacite de Meymac (présente étude)	Hydrotungstite (composition calculée)
WO ₃	71,8 à 75,1 %	81,0 à 87,0 %	84,1 %	86,6 %
Ta ₂ O ₅	0,7 à 1,0 %	—	Néant (1)	—
CaO	2,5 à 7,0 %	1,5 à 2,4 %	2,0 % (1)	—
Fe ₂ O ₃	6,0 à 6,2 %	1,0 à 6,8 %	Présent	—
MnO	0,3 à 0,7 %	—	—	—
H ₂ O	6,8 à 12,9 %	8,0 à 10,0 %	6,6 % (110°) 6,5 % (575°) (2)	6,7 % 6,7 %
Somme	—	—	99,2 %	100,0 %
Poids spécifique ...	3,80 à 4,54	4,5 à 4,6	4,02	—

(1) Par spectrographie optique.

(2) Perte prise comme H₂O.

Les nouvelles données analytiques confirment grosso-modo les chiffres de A. CARNOT et D. LOVISATO et indiquent des pourcentages pas trop différents de ceux de l'hydrotungstite. Le tantale, recherché actuellement par des moyens plus sensibles (spectrographie optique), fait défaut, de même que Bi, Sn, Sb, Pb, Ag et Th.

L'ensemble de ces observations apporte la preuve que la meymacite est bien une espèce minérale valable, différente de l'hydrotungstite (radiogramme 10 de la planche III), de la tungstite (radiogramme 12), de la ferritungstite (radiogrammes

1, 2 et 3) et de l'anthoinite (radiogramme 4), et qu'elle doit être considérée comme le représentant amorphe de l'acide tungstique $H_2WO_4 \cdot H_2O$ ou de l'hydrotungstite. La qualification de A. CARNOT, en 1874, d'« acide tungstique hydraté » conserve tous ses droits.

3. TUNGSTITE ET HYDROTUNGSTITE.

Ces minéraux n'ont été observés que sur les spécimens provenant de Nzombe, Kivu, en association avec la ferritungstite et la meymacite. C'est d'ailleurs de cette localité que P. BOURGUIGNON (1953) a signalé la tungstite et il n'a pas manqué de stipuler que, selon toute vraisemblance, l'hydrotungstite accompagne la tungstite dans les gisements du Congo.

La tungstite se présente en fines paillettes micacées et en poudres jaunes. L'hydrotungstite, par contre, n'a été observée qu'en mélange avec le minéral précédent dans une poudre jaune.

La détermination de l'hydrotungstite n'a été possible que grâce à son radiogramme de poudre (photo 11 de la planche III), comparé à ceux du minéral de Calacalani, Bolivie (photo 10) et de substances synthétisées d'après P. F. KERR et Y. FOUNG (1944). Ces derniers auteurs ont bien figuré les radiogrammes de poudre complets pour la tungstite et l'hydrotungstite, identiques à ceux enregistrés actuellement, mais les valeurs numériques signalées, obtenues dans des caméras de grande dispersion, ne se rapportent pas aux faibles angles Θ , de sorte que des réflexions très fortes ne figurent pas dans le tableau. P. BOURGUIGNON (1953) a déjà fait la même constatation pour la tungstite.

A. M. MORLEY a déjà figuré, en 1930, les radiogrammes du composé $H_2WO_4 \cdot H_2O$, phase relativement stable (photo 2 de son ouvrage), et du composé H_2WO_4 , phase très stable (photo 6), qui sont à assimiler, respectivement, aux radiogrammes de l'hydrotungstite et de la tungstite.

Étant donné que les valeurs de P. F. KERR et F. YOUNG sont reprises dans des tables de détermination (H. NEUMANN et N. A. SELLEVOLL, 1955; V. I. MIKHEEV, 1957, p. 413), elles risquent, par l'omission des petits Θ , de priver les minéralogistes d'une donnée indispensable de détermination. Afin de combler cette lacune, les réflexions observées sont reproduites au tableau VIII.

TABLEAU VIII.

Hydrotungstite de Calacalani, Bolivie		Hydrotungstite et tungstite de Nzombe, Kivu		Tungstite de Nzombe, Kivu	
d_{hkl}	<i>I</i>	d_{hkl}	<i>I</i>	d_{hkl}	<i>I</i>
6,8 Å	TF	6,9 Å	F	—	
—		5,31	F	5,32 Å	F
3,72	F	3,70	m	3,75	tf
3,43	m	3,46	TF	3,45	TF
3,26	F	3,27	m	—	
2,615	m	2,609	f	2,609	m
2,525	m	2,542	m	2,553	F
—		2,373	tf	2,382	f
2,292	f	2,300	tf	2,310	f
1,950	m	1,958	md	1,959	f
—		1,834	md	1,844	m
1,723	f	1,732	m	1,737	m
—		1,633	f	1,635	m
1,610	f	1,603	f	1,602	m
—		1,413	tf	1,413	f
1,294	f	1,280	tf	1,278	m
1,250	f	1,245	tf	1,249	tf
1,228	f	1,212	tf	1,212	tf
1,165	tf	1,189	tf	1,190	tf
1,144	tf	1,155	f	1,157	m
1,099	f	1,138	tf	1,140	f
1,060	f	1,120	tf	1,124	f
1,054	f	—		1,093	tf
1,049	tf	1,061	tf	1,062	m
1,020	tf	—		1,046	f
1,013	tf	1,022	tf	1,023	m

Caméra de 5,7 cm de diamètre, radiation du Fe, filtre Mn.

TF = très fort, F = fort, m = moyen, f = faible, tf = très faible, d = diffus.

La réflexion 6,9 Å du spécimen de Nzombe est bien due à l'hydrotungstite, car elle disparaît après chauffage de la substance à 110° C, opération qui ne fait plus reconnaître que les réflexions de la tungstite.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

- BOURGUIGNON, P., 1953, La tungstite de Nzombe (Congo belge). (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 76, pp. B 189-191.)
- CARNOT, A., 1874, Sur quelques minéraux de tungstène de Meymac (Corrèze). (*C. R. Acad. Sci. de Paris*, 79, pp. 637-640.)
- DANA, E. S., 1892, *The System of Mineralogy*. 6th Edition, New York.
- DE MAGNÉE, I. et ADERCA, B., 1960, Contribution à la connaissance du tungstenbelt ruandais. (*Acad. roy. Sci. Outre-Mer, Cl. Sci. nat.*, Mém. in-8°, nouv. sér., 11, fasc. 7, 56 p.)
- KERR, P. F., 1946, Tungsten mineralization in the United States. (*Mem. Geol. Soc. Amer.*, 15, 241 p.)
- KERR, P. F. and YOUNG, F., 1944, Hydrotungstite, a new mineral from Oruro, Bolivia. (*Amer. Miner.*, 29, pp. 192-210.)
- LACROIX, A., 1901, *Minéralogie de la France*. Vol. 3. Paris.
- LOVISATO, D., 1907, Giacimento di minerali di tungsteno a Genna Curèse ai limite fra Nurri ed Orroli (Cagliari). (*Atti. roy. Accad. Lincei*, sér. 5, 16, pp. 632-638.)
- MAGNÉLI, A., ANDERSSON, G., BLOMBERG, B. and KIHLEBORG, L., 1952, Identification of molybdenum and tungsten oxides by X-ray powder patterns. (*Anal. Chemistry*, 24, pp. 1998-2000.)
- MIKHEEV, V. I., 1957, Rentgenometricheskii opredilitel mineralov. Moscou.
- MORLEY, A. M., 1930, The structure of the tungstic acids. (*Journ. Chem. Soc. London*, part II, pp. 1987-1999.)
- NEUMANN, H. and SELLEVOLL, M. A., 1955, X-Ray powder patterns for mineral identification. (*Avhandl. Norske Vid. Akad. Oslo, Mat.-Naturv. Kl.*, n° 3.)
- NIGGLI, E. und JÄGER, E., 1957, Untersuchungen an Anthoinit. (*Neues Jahrb. Miner.*, Abh., 91, pp. 35-40.)
- PALACHE, C., BERMAN, H. and FRONDEL, C., 1944, *The System of Mineralogy of J. D. Dana*. 7th Edition, vol. 2, New York.
- PARGETER, R. C., 1956, The Ruhizha ferberite deposit, Kigezi. (*Rec. Geol. Surv. Uganda*, pp. 27-46.)
- RICHTER, D. H., REICHEN, L. E. and LEMMON, D. M., 1957, New data on ferritungstite from Nevada. (*Amer. Miner.*, 42, pp. 83-90.)
- SCHALLER, W. T., 1911, Ferritungstite, a new mineral. (*Amer. Journ. Sci.*, 182, pp. 161 et 162.)
- VARLAMOFF, N., 1958, Les gisements de tungstène au Congo belge et au Ruanda-Urundi. (*Acad. roy. Sci. Outre-Mer, Cl. Sci. nat.*, Mém. in-8°, nouv. sér., 8, fasc. 2, 73 p.)
- WALKER, T. L., 1908, A review of the minerals tungstite and meymacite. (*Amer. Journ. Sci.*, ser. 4, 25, pp. 305-308.)

PLANCHES

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

- FIG. 1. — Boxwork de ferberite avec remplissage complet de ferritungstite et d'anthoinite, Nyakabingu, Bumbogo, Rwanda ($\times 2$).
- FIG. 2. — Boxwork de ferberite (?reinite) avec remplissage partiel de ferritungstite, Kahengere, Rwanda ($\times 2$).
- FIG. 3. — Boxwork de ferberite avec remplissage partiel de ferritungstite, Kahengere, Rwanda ($\times 2$).
- FIG. 4. — Boxwork de ferberite avec remplissage partiel de ferritungstite, Kifurwe, Rwanda ($\times 2$).
- FIG. 5. — Boxwork de ferberite avec plages vides, plages à remplissage complet d'anthoinite et plages à remplissage complet de ferritungstite, Nyakabingu, Bumbogo, Rwanda ($\times 2$).

Pour toutes les figures :

Q = quartz, F = ferberite, f = ferritungstite, a = anthoinite.

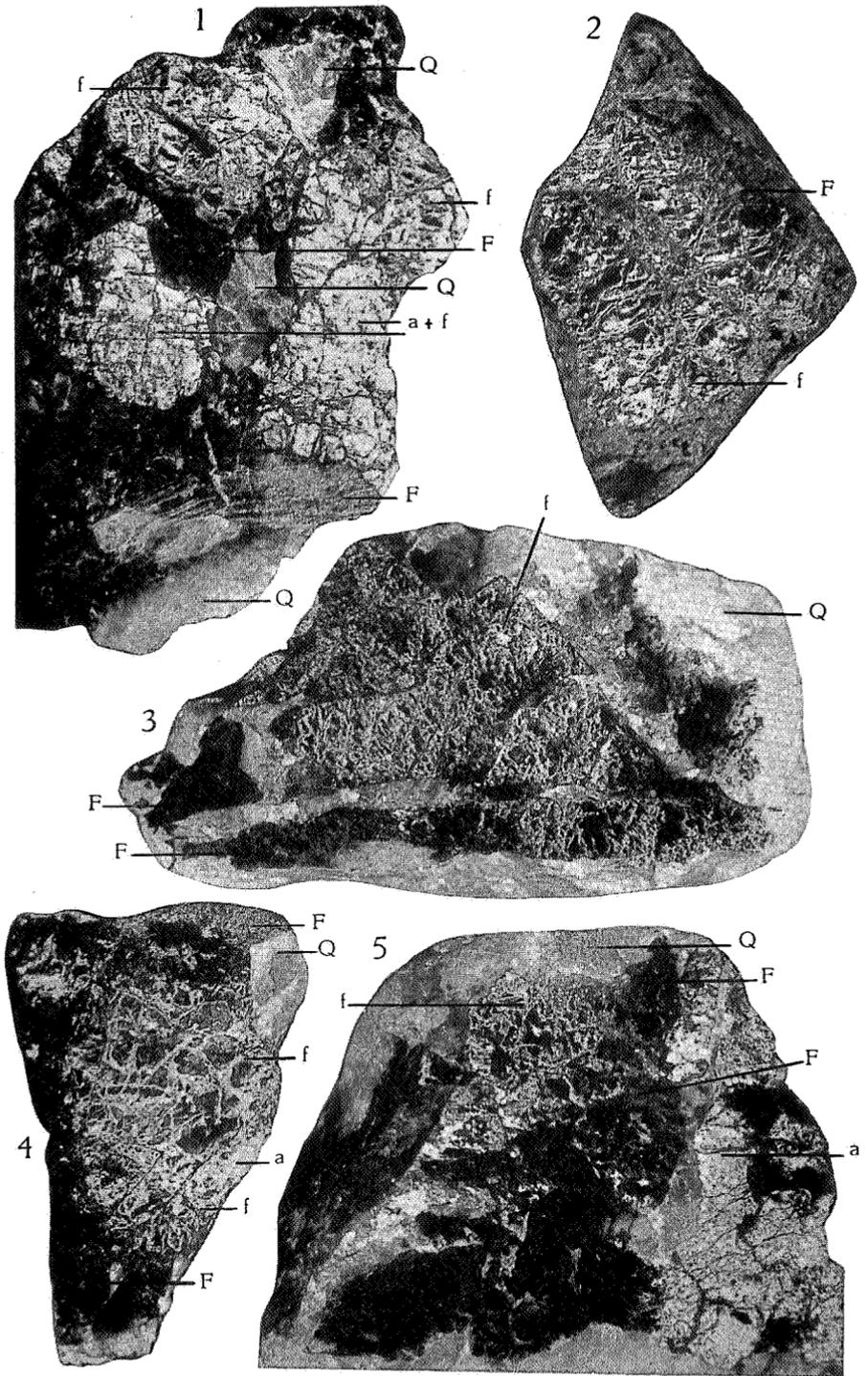


PLANCHE II

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

- FIG. 1. — Section polie de quartz (Q) et de ferberite (F) englobant de gros cristaux de scheelite (S). Le liséré clair autour des grains de scheelite est constitué de ferritungstite (f) ($\times 4 \frac{1}{2}$).
- FIG. 2. — Boxwork de ferberite tapissé de ferritungstite, Kifurwe, Rwanda ($\times 10$).
On observe bien les fines cloisons de ferberite noire et les agglomérats cristallins, parfois en grappes, de la ferritungstite. Les minuscules points brillants dans cette substance sont des réflexions sur des faces triangulaires de la ferritungstite octaédrique.
- FIG. 3. — Agglomérat de cristaux octaédriques de ferritungstite, Nyakabingu, Bumbogo, Rwanda ($\times 400$).
Le montage de la préparation au baume de Canada est responsable du relief très prononcé.
- FIG. 4. — Macle de ferritungstite, vue en lumière réfléchie, avec réflexion en forme d'étoile, Nyakabingu, Bumbogo, Rwanda ($\times 50$).
Au centre, on observe le percement d'un autre cristal (tache noire).
- FIG. 5. — Macle de ferritungstite se présentant en lamelle hexagonale, Shyirongi, Bumbogo, Rwanda ($\times 133$). Fig. 5 a : lumière ordinaire. Fig. 5 b : entre nicols croisés.
-

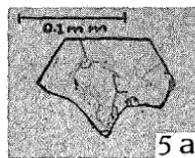
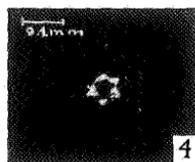
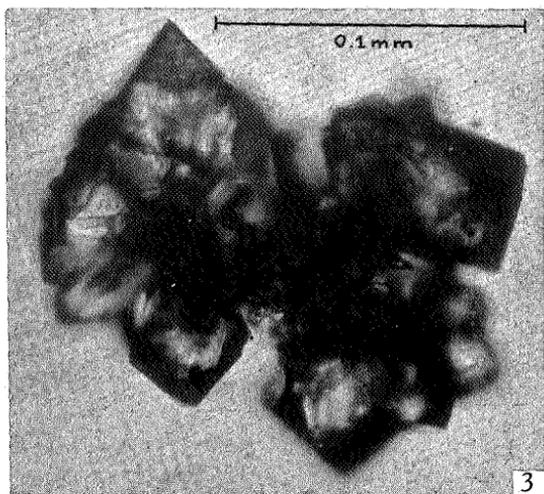
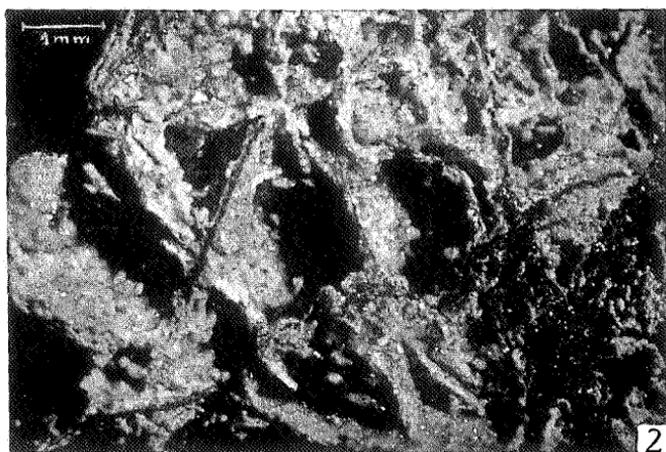
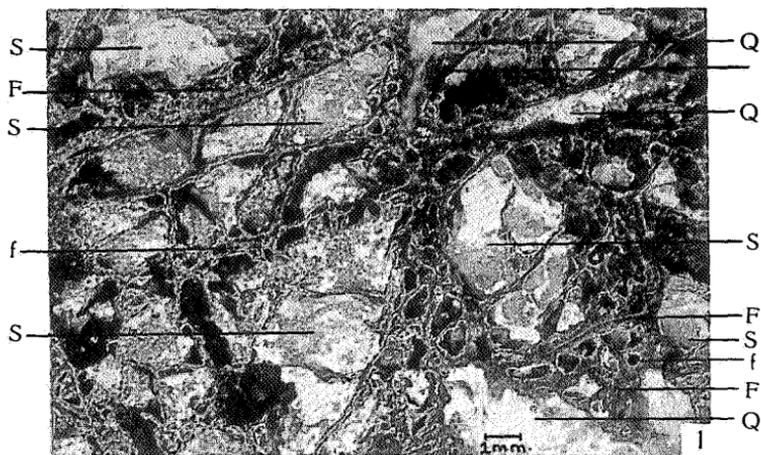


PLANCHE III

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Radiogrammes obtenus dans une caméra de 5,7 cm de diamètre avec la radiation filtrée du fer. Grandeur naturelle.

- FIG. 1. — Ferritungstite de Germania Tungsten Mine, Deertrail district, Washington.
- FIG. 2. — Ferritungstite de Meymac, France.
- FIG. 3. — Ferritungstite de Nyakabingu, Bumbogo, Rwanda.
- FIG. 4. — Anthoinite de Nyakabingu, Bumbogo, Rwanda.
- FIG. 5. — Meymacite de Meymac, France.
- FIG. 6. — Meymacite de Nzombe, Kivu.
- FIG. 7. — Meymacite calcinée de Meymac, France.
- FIG. 8. — Meymacite calcinée de Nzombe, Kivu.
- FIG. 9. — WO_3 (tungstite synthétique calcinée).
- FIG. 10. — Hydrotungstite de Calacalani, Bolivie.
- FIG. 11. — Mélange de tungstite et d'hydrotungstite de Nzombe, Kivu
- FIG. 12. — Tungstite de Nzombe, Kivu.
-

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12