

**Présence de Priorite**  
**dans les monts Kibara et de Fergusonite au Ruanda.**

(Ancienne appellation des deux minéraux : Yttrocrasite),

par L. VAN WAMBEKE.

Centre d'Études pour les Applications  
de l'Énergie Nucléaire (Mol).

RÉSUMÉ. — *La présente étude porte sur deux minéraux radioactifs des pegmatites congolaises considérés antérieurement comme des yttrocrasites. Les méthodes combinées de diffraction et fluorescence par rayons X ont été utilisées avec succès pour leur détermination. Le minéral des monts Kibara correspond à une priorite et celui du Ruanda à une fergusonite.*

A. — LA PRIORITE DES MONTS KIBARA.

**1. Mode de gisement.**

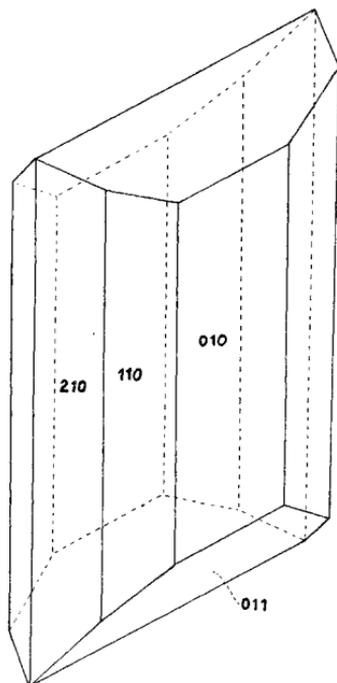
Les venues stannifères de Mitwaba (monts Kibara), dans le Nord du Katanga, sont en relation avec un important massif granitique intrusif dans le système des Kibara. La mise en place du massif et de son cortège filonien s'est effectuée antérieurement et postérieurement au paroxysme tectonique kibarien. M. ADERCA a donné une excellente description géologique de la région et de sa minéralisation [1, 9].

Le granite est constitué par une variété de granite à muscovite qui a été albitisé et localement tourmalinisé [1] par des venues pegmatito-pneumatolytiques postérieures [2]. Ces mêmes venues ont donné naissance à des filons de quartz-feldspath-béryl (avec quartz nettement prédominant) qui passent à des filons de quartz stannifères, contenant des quantités variables de muscovite.

La cassitérite est accompagnée localement de sulfures, notamment mispickel, pyrite, molybdénite, chalcopyrite, blende et galène. On trouve de plus de l'ilménite, du rutile et un minéral appartenant à la série aeschynite-priorite. La monazite et la colomboantalite présentes dans le minerai alluvionnaire, n'ont pas été observées en place. Le minéral radioactif a été découvert par M. POULSEN, à l'époque Directeur général de la Société Sermikat.

## 2. Morphologie des cristaux de priorite.

Le minéral radioactif de couleur noire, à cassure conchoïdale, est métamicté. Habituellement, il est altéré superficiellement en une croûte jaunâtre et traversé de nombreux filonnets d'altération. Les cristaux ont habituellement 2 à 3 cm de long et



peuvent exceptionnellement atteindre une longueur de 10 cm. La densité du minéral est  $4,75 \pm 0,01$ .

M. AMELINCKX de l'Université de Gand a fait une étude morphologique sur le cristal n° R.G. 2048 <sup>(1)</sup>. Nous en reproduisons ici les traits essentiels :

Les cristaux sont aplatis suivant (010). Les formes du minéral dans l'ordre de leur développement sont (010), (110), (210) et (011) (voir fig.)

<sup>(1)</sup> Les numéros précédés de R.G. sont ceux de la Section de Géologie du Musée Royal du Congo Belge.

**3. Composition chimique du minéral.**

Le minéral fut tout d'abord considéré, à la suite d'une analyse chimique incomplète, comme de l'ytthrocrasite, un titanate à terres rares de formule mal définie  $(Y, Th, U, Ca)_2(Ti, Fe, W)_4O_{11}$ . Nous reproduisons ci-dessous cette analyse :

Si O <sub>2</sub> . . . . .	0,12
Ti O <sub>2</sub> . . . . .	50,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	5,30
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> . . . . .	6,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Be O . . . . .	4,20
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	18,20
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Ca O . . . . .	4,30
Pb . . . . .	Traces
Perte . . . . .	5,50
	94,70

Dans une récente publication [4], nous avons montré que le minéral en question contenait outre le Ti, du Nb, du Ta et du Th en teneurs appréciables. La teneur en Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est supérieure à 15 %.

L'analyse spectrographique par fluorescence X a donné les résultats suivants [3] :

1° Éléments essentiels : Ti, Nb, Ta, Y, U, Th, Fe avec Nb > Ta.

2° Éléments en teneurs comprises entre 1 et 3 % : Er, Yb, Pb.

3° Éléments en teneurs comprises entre 0,01 et 1 % : Sn, Dy, Gd, Ho, Sm, Tb, Nd, Hf, Zr, Ce, La, Sr.

Dans la partie altérée et moins radioactive du minéral (perte en U surtout) on remarque un enrichissement appréciable en Pb radiogénique.

Une analyse spectroscopique du minéral a été effectuée à la fois par le Professeur ECKHOUT (Université de Gand) et par M. LIEVENS (Centre d'Études pour les Applications de l'Énergie Nucléaire) :

Al	3	Pb	3	Sn	3
As	2	Mg	3	Ti	6
Ba	1	Mn	3	Sr	1
Be	3	Ni	1	Th	3
B	3	Nb	4	U	3
Ca	4	Si	3	Y	5
Cr	2	Na	1	W	3
In	1	Sr	2	TR (La, Ce, Yb, Dy, Er)	3
Fe	4	Ta	2		

Le chiffre indique l'intensité de la raie spectrale :

- 1 : petite trace;
- 2 : trace;
- 3 : clairement visible;
- 4 : très visible;
- 5 : intense
- 6 : très intense.

#### 4. Étude par diffraction aux rayons X du minéral.

A température ordinaire, le minéral ne donne pas de spectre de diffraction, son réseau cristallin étant détruit principalement par bombardement  $\alpha$ . Après chauffage du minéral à 950° C à l'air, pendant 20 heures, on obtient un spectre de diffraction. Notons que le spectre de diffraction obtenu par chauffage de certains minéraux métamictes n'est pas toujours spécifique et que les minéraux ainsi traités peuvent passer d'un système cristallin à un autre [voir également M. ORCEL, 7].

Pour le minéral qui nous occupe, nous avons obtenu un spectre typique de celui de la série aeschynite-priorite. De plus, la morphologie des cristaux est bien celle également de la série mentionnée et la poudre obtenue après chauffage possède une couleur jaune brunâtre comparable à celle des priorites traitées de la même façon, exception faite pour la priorite de Dabolava (Madagascar). Les autres minéraux métamictes comme les euxénites, samarskite, fergusonites donnent, en général, une poudre plus foncée.

Le tableau I donne la distance réticulaire  $d$  en fonction de l'angle  $2\theta$  pour les différentes raies, et l'intensité de ces raies.

Le spectre minéral de Mitwaba a été comparé avec celui de différents échantillons norvégiens et à une priorite de Dabolava (Madagascar), pris dans les mêmes conditions de température et de temps (950° C pendant 20 heures).

Le tableau I montre que le minéral de Mitwaba appartient à la série aeschynite-priorite. Les valeurs de  $d$  sont en général un peu plus élevées pour le minéral en question, mais on note une correspondance parfaite des raies. La précision sur  $d$  est fonction de l'erreur de lecture sur l'angle  $2\theta$  qui est égale à  $\pm 0^{\circ}1$  et dépend de  $\frac{1}{\sin \theta}$ . La valeur de  $d$  peut subir quelques variations en fonction du traitement thermique et de la composition chimique du minéral.

Nous avons également étudié par les méthodes de diffraction et fluorescence X le minéral n° R.G. 3032 analysé par MM. HOUTERMANS et PICCIOTO [5 et 6]. Il correspond également par son spectre de diffraction et sa composition chimique à une priorite.

En conclusion, la combinaison des méthodes de diffraction et de fluorescence X a donc permis une identification du minéral dont la formule est la suivante :



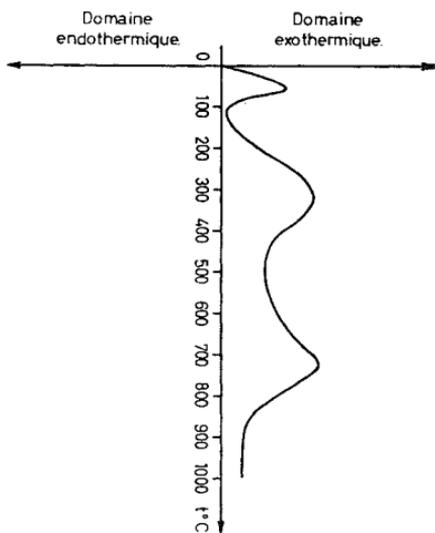
avec  $Nb > Ta$ ,  $Th > U$  et terres yttriques  $\gg$  terres cériques.

##### 5. Analyse thermique différentielle de la priorite des monts Kibara.

M. AMELINCKX a bien voulu effectuer sur le minéral une analyse thermique différentielle.

On chauffe graduellement et simultanément le minéral et un échantillon neutre et on mesure la différence de température entre les deux au moyen d'un thermocouple. La courbe obtenue présente des maxima correspondant aux températures pour lesquelles l'énergie emmagasinée est libérée. Dans le cas de la priorite on observe deux maxima à 320 et 720° C. L'examen aux rayons X a révélé qu'après chauffage à 920° C le réseau cristallin se rétablit, ce qui signifie que l'énergie emmagasinée est complètement libérée à cette température.

La courbe ci-dessous indique l'énergie libérée en fonction de la température lors d'un premier chauffage.



## 6. Mode de gisement des priorites.

La priorite est généralement associée à des pegmatites granitiques ou syénitiques de haute température (principalement les pegmatites à biotite et potassique à orthose ou microcline).

Dans les monts Kibara nous avons par contre un exemple de cristallisation tardive de priorite. Le minéral radioactif est lié à des gisements de cassitérite et se trouve surtout localisé dans des filons hydrothermaux de haute t°. Notons cependant que ces filons sont considérés comme formés à partir de solutions de filiation pegmatitique qui s'enrichissent en silice au cours de leur différenciation finale [1]. Ce minéral est également riche en Th et nous avons déjà souligné la précipitation tardive du Th dans les gisements d'étain de l'Est du Congo alors que dans la plupart des pegmatites granitiques la fixation du Th est assez hâtive [4].

Les solutions qui ont donné naissance à la priorite des Kibara étaient d'autre part riches en Ti (partiellement fixé dans le rutile, l'ilménite et les colombotantalites), ce qui permet de comprendre dans une certaine mesure la formation si tardive de la priorite dans les monts Kibara.

## B. — LA FERGUSONITE DU RUANDA.

### 1. Introduction.

La fergusonite du Ruanda se présente en masses informes, de couleur noire et à cassure conchoïdale. Le minéral est métamicté et est associé à de la muscovite et de l'albite, ce qui laisse supposer une origine pegmatitique. Le minéral possède une densité de  $5,56 \pm 0,01$ .

### 2. Composition chimique du minéral.

Nous reproduisons la composition chimique du minéral déjà étudiée antérieurement :

Éléments essentiels : Nb, Ta, Ti, Y, U, Th, Fe.

Éléments à teneurs inférieures à 1 % : Sn, Dy, Gd, Ho, Sm, Tb, Nd, Ce, La, Zr, Hf.

Les teneurs en Nb et U sont supérieures respectivement à celles en Ta et en Th.

### 3. Étude par diffraction aux rayons X du minéral.

Comme dans le cas de la priorite, il est nécessaire de chauffer le minéral vers 800-900° C pendant quelques heures pour obtenir un spectre de diffraction. Le tableau II donne la distance réticulaire  $d$  pour les différentes raies du spectre et leurs intensités relatives. Le minéral du Ruanda a été comparé avec des fergusonites d'origines diverses (voir tabl. II). Ce tableau montre clairement que le spectre de diffraction du minéral du Ruanda appartient bien à la série fergusonite-formanite (voir également [8]). D'autre part comme la teneur en Nb est supérieure à celle du Ta, le minéral correspond donc à une *fergusonite* et sa formule chimique peut s'écrire :



### C. — CONCLUSION.

L'emploi des rayons X dans la détermination des minéraux radioactifs est tout indiqué. D'une part, la diffraction permet de dégager dans la plupart des cas la série minérale (par exemple aeschynite-priorite, euxénite-polycrase, uraninite-thorianite). D'autre part, l'analyse spectrographique par fluorescence donne des renseignements sur la composition chimique du minéral et permet son identification. Dans la plupart des cas une analyse qualitative ou semi-quantitative suffit pour la détermination. Notons également que des dosages peuvent être effectués par fluorescence X (par exemple Nb, U, Th, etc.).

Suite à cette étude, il nous paraît intéressant de donner les types de spectres de diffraction obtenus pour les séries aeschynite-priorite et fergusonite-formanite. Les types de spectres sont basés sur les cinq raies principales (voir tabl. III). Nous avons pris pour  $d$  une valeur moyenne.

Nous exprimons notre gratitude envers le Centre d'Études pour les Applications de l'Énergie Nucléaire (C.É.A.N.) et le Commissariat Belge à l'Énergie Atomique pour les facilités accordées à cette étude.

Nous tenons à remercier bien vivement M. AMELINCKX qui a bien voulu nous permettre la publication de son étude morphologique et effectuer une analyse thermique de la priorite. Nous remercions les Professeurs CAHEN et DE MAGNÉE ainsi que M. PICCIOTO pour les intéressantes discussions et pour

l'intérêt qu'ils ont porté à ces recherches. M. SPAEPEN a bien voulu se charger des mesures de densité des deux minéraux étudiés tandis que le Professeur EECKHOUT et M. LIEVENS ont effectué une analyse spectroscopique de la priorite. Nous sommes également reconnaissant envers M. H. BESAIRIE, Directeur du Service Géologique de Madagascar, M. D. GUIMARAES de l'Instituto de Tecnologia Industrial de Belo Horizonte (Brésil), M. UYTENBOGAARDT du Royal Institute of Technology de Stockholm et envers le Laboratoire de Minéralogie de l'Université d'Oslo pour tous les échantillons qui nous ont été fournis.

#### BIBLIOGRAPHIE.

1. ADERCA, B., 1950, Contribution à la connaissance géologique des gisements stannifères kibariens et à leur métallogénie. (*C. R. Cong. Sc.*, Élisabethville, vol. II, t. II.)
2. VAN WAMBEKE, L., 1953, Les processus pegmatito-pneumatolytiques dans les granites. (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. LXII.)
3. BUTTGENBACH, H., 1947, Les minéraux de Belgique et du Congo Belge.
4. VAN WAMBEKE, L., 1955, Étude spectrographique de quelques minéraux radioactifs des pegmatites congolaises. (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. LXIV, fasc. 3.)
5. LEDENT, D., PICCIOTO, E. et POULAERT, G., 1956, Détermination de l'âge de l'ytthrocrasite de Mitwaba (Katanga) par la méthode au plomb. I : Mesures chimiques. (*Ibid.*, t. LXV, fasc. 2.)
6. EBERHARDT, P., GEISS, J., VON GUNTEN, H. R., HOUTERMANS, F. G. et SIGNER, P., 1956, Mesure de l'âge de l'ytthrocrasite de Mitwaba (Katanga) par la méthode du plomb. II : Mesures isotopiques. (*Ibid.*, t. LXV, fasc. 2.)
7. ORCEL, J., 1956, L'état métamicté. (*Ibid.*, t. LXV, fasc. 2.)
8. A.S.T.M., 1955, Alphabetical and grouped numeral index of X-ray diffraction data.
9. ADERCA, B., 1955, La Mine des Kibara (Katanga, Congo Belge). Étude pétrographique et géologique. (*Ac. Roy. Sc. Col.*, mém. in-8°, nouv. sér., t. III, fasc. 2.)

## TABLEAUX

TABLEAU I. — Spectre de diffraction de

Blomstrandine d'Hitlerö Norvège			Priorite d'Hitlerö Norvège			Blomstrandine d'Arendal Norvège		
<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales
						3.43	f	
3.29	f					3.28	f	
3.09	f		3.08	f		3.08	f	
3.00	F	90 (2)	3.00	TF	95 (2)	3.00	F	80 (2)
2.96	TF	100 (1)	2.94	TF	100 (1)	2.94	TF	100 (1)
2.80	f		2.78	f		2.79	tf	
2.62	m		2.62	f		2.62	f	
2.56	m		2.56	f		2.55	f à m	
			2.51	f		2.51	tf	
2.430	tf		2.425	f		2.425	f	
2.340	f		2.340	f		2.340	f	
			2.250	f à m		2.245	tf	
2.210	m		2.200	f à m		2.200	tf	
2.130	f		2.135	f				
			2.045	f à m				
1.990	m		2.000	f		1.985	f	
1.960	f		1.960	m				
1.905	f à m		1.895	f		1.900	f	
1.855	f		1.855	f		1.850	f	
1.835	m		1.835	f		1.830	m	
1.800	F	85 (4)	1.795	F	60 (4)	1.800	F	65 (4)
1.780	f		1.780	f		1.775	f	

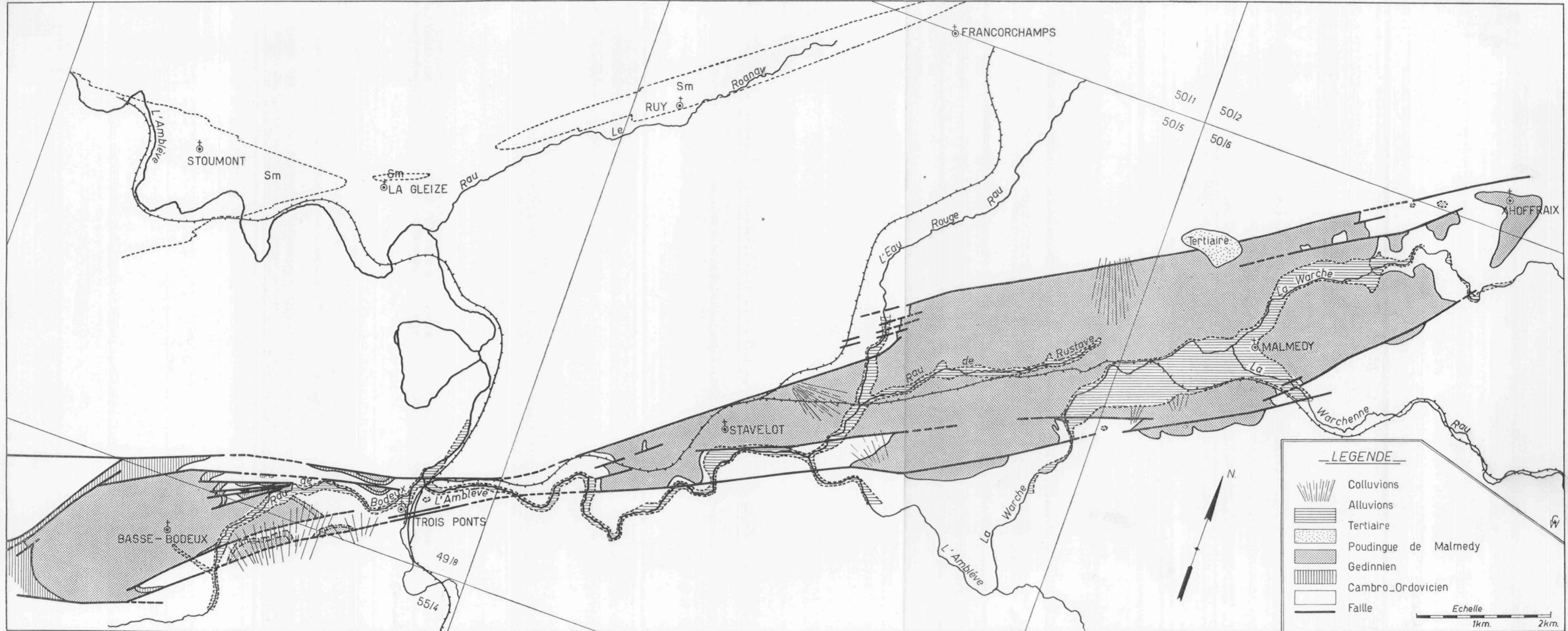
tf : très faible    f : faible    m : moyenne    aF : assez forte

rie priorite-aeschnite (radiation Cu K $\alpha$ ).

Priorite (monts Kibara) Congo Belge			Aeschnite d'Hitterö Norvège			Priorite de Dabolava Madagascar		
<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales
3.43	f à aF		3.42	f				
3.29	f					3.30	tf	
3.09	f		3.09	tf		3.09	f	
3.02	TF	100 (1)	3.00	aF à F	100 (1)	3.01	F	95 (2)
2.96	aF à TF	70 à 100 (2) moy. 90	2.96	F	90 (2)	2.95	F	100 (1)
2.80	f à m		2.79	f à m		2.80	f	
2.63	f à m		2.62	f à m		2.63	f à m	
2.57	f		2.55	f à m		2.57	f	
2.51	f							
2.430	f		2.430	f		2.430	f	
2.335	f		2.340	f		2.335	tf	
2.255	f					2.250	tf	
2.215	f à m		2.205	m à aF		2.205	f	
2.140	f		2.130	f		2.140	tf	
			2.045	f à m		2.050	f	
2.002	f à m		1.985	tf		2.005	f à m	
1.965	f		1.955	f		1.965	f	
1.910	f à m		1.905	f		1.910	f	
1.861	m		1.855	f		1.860	m	
1.845	m		1.830	m		1.840	f	
1.813	F	80 (5)	1.800	F	80 (3)	1.815	F	80 (4)
1.790	f		1.775	f		1.785	tf	

F : forte    TF : très forte    \* : formée de deux raies voisines

Blomstrandine d'Hitterø Norvège			Priorite d'Hitterø Norvège			Blomstrandine d'Arendal Norvège		
<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales
1.720	f		1.725	tf		1.725	f	
1.700	m		1.700	m		1.695	m	15 (8)
1.685	f à m		1.685	m		1.680	f	
1.640	f		1.645	f		1.640	f	
			1.610	f				
1.570	aF	45 (5)	1.565	aF	30 (5)	1.570 *	m à aF	25 (6)
1.535	F	90 (3)	1.535	F	65 (3)	1.535	F	80 (3)
1.505	aF	35 (7)	1.510	aF	25 (6)	1.510	aF	30 (5)
1.500	aF		1.500	aF à m		1.495	f à m	
1.468	aF	40 (6)	1.468	aF		1.468	m à aF	20 (7)
1.268	f					1.269	f	
1.196	m		1.190	m		1.193	f	
1.165	aF		1.164	aF		1.162	m	
1.138	f							
1.036	m		1.034	m		1.035	m	
						0.986	f	
0.9775	f		0.976	f		0.977	f à m	
			0.942	f				
			0.8829	f				
			0.8574	f à m		0.8570	m	
			0.8420	f		0.8428	f	



Priorite (monts Kibara) Congo Belge			Aeschnite d'Hitlerö Norvège			Priorite de Dabolava Madagascar		
<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales
1.735	f		1.725	m		1.725	f	
1.705	F	85 (4)	1.700	f à m		1.705	f à m	
1.690	f		1.680	f		1.695	m à aF	40 (7)
1.645	f à m		1.640	m		1.645	tf	
			1.615	f				
1.575	F	75 (6)	1.565	m à aF	25 (6)	1.580	F	85 (3)
1.540	F	90 (3)	1.535	F	70 (4)	1.545	F	75 (5)
1.509	aF	25 (7)	1.505	m		1.510	m à aF	45 (6)
1.500	m à aF		1.495	m à aF	25 (7)	1.500	m	
1.472	m		1.468	m à aF	25 (8)	1.472	m	
			1.270	f		1.265	f	
1.200	m à aF		1.192	f		1.198	m à aF	
1.173	f à m		1.164	aF	30 (3)	1.173	m	
1.143	f		1.138	f				
1.044	f		1.036	m		1.044	f à m	
0.9897	f à m					0.988	f	
			0.9775	f				
						0.947	f à m	
						0.8855	f	
0.8627	m					0.8640	aF	
			0.8574	m à aF				
			0.8220	f				

TABLEAU II. — Spectres de diffraction

Fergusonite de Saetersdal Christianssend (Norvège)			Fergusonite du Ruanda			Fergusonite d'Ytterby (Suède)		
<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales
3.13	TF	87 (2)	3.14	F	60 (4)	3.13	F	51 (4)
3.04	m							
2.96	F	75 (3)	2.97	TF	81 (2)	2.97	F	79 (2)
2.75	aF		2.76	aF		2.76	aF	35 (7)
2.64	f à m		2.64	m		2.64	f à m	
			2.57	f		2.55	f	
2.17	f		2.165	f		2.160	f	
2.015	f		2.025	f		2.015	tf	
1.905	TF	100 (1)	1.905	TF	100 (1)	1.900	TF	100 (1)
1.860	F	68 (4)	1.860	F	63 (3)	1.855	F	64 (3)
			1.820	f				
1.760	m à aF		1.755	f à m		1.755	m	
1.650	aF	44 (7)	1.650	aF		1.645	aF	
1.635	F	68 (5)	1.640	F	53 (5)	1.635	aF	46 (5)
						1.575 ?	aF	
1.565	F	68 (6)	1.565	F	53 (6)	1.560	aF	46 (6)
1.515	m à aF		1.515	m à aF		1.500	aF	35 (8)
1.485	m		1.490	f		1.475	m	
1.376	f		1.378	f				
1.217	aF		1.220	m à aF		1.216	m	
1.195	m		1.196	f à m		1.187	f à m	
1.149	f		1.150	f		1.144	m	
1.080	f à m					1.080	f	
0.9140	f		0.9145	f à m		0.9135	f	
0.8990	f					0.9025	f	
						0.8115	f	

e fergusonites (radiation Cu K $\alpha$ ).

Fergusonite d'Högtveit-Evje (Norvège)			Fergusonite d'Ampasipoana (Madagascar)			Fergusonite du Groenland		
<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales	<i>d</i>	Intensité des raies	Raies principales
3.14	F	78 (3)	3.14	F	64 (3)	3.14	aF	
3.05	m					3.07	F	76 (2)
2.97	F	59 (5)	2.98	F	55 (5)	2.98	TF	100 (1)
2.76	f à m		2.77	f		2.77	f à m	
2.65	f		2.66	tf		2.64 ?	f	
						2.54	tf	
						2.010	f	
1.910	TF	100 (1)	1.920	TF	100 (1)	1.910	F	68 (3)
1.895	F	78 (4)	1.895	aF		1.890	F	66 (4)
1.860	aF	47 (6)	1.870	F	55 (6)	1.865	aF	38 (7)
						1.825	m	
1.765	f		1.765	f		1.755	f	
1.645	aF	46 (7)	1.660	aF		1.650	aF	
1.635	aF	46 (8)	1.640	F	59 (4)	1.635	F	62 (5)
			1.590 ?	f				
1.570	TF	81 (2)	1.575	F	70 (2)	1.570	aF	47 (6)
1.510	f		1.515	f				
1.480	f		1.490	f		1.495	tf	
			1.375	f		1.375	tf	
1.220	m		1.221	m à aF		1.220	m	
			1.151	f		1.186	f à m	
			1.083	f		1.152	f	
0.9130	m		0.9130	f		0.9130	f	
						0.9025	f	

TABLEAU III. — Table de détermination des séries

Après chauffage

SÉRIE AESCHYNITE-PRIORITE						
<i>d</i> moy.	Intensité des raies	Raies principales				
		Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V
3.43	f, (aF), nd					
3.29	f, nd					
3.08	f					
3.00	F à TF	90 (2)	80 (2)	95 (2)	100 (1)	100 (1)
2.95	F à TF	100 (1)	100 (1)	100 (1)	90 (2)	90 (2)
2.79	tf à m					
2.62	f à m					
2.56	f à m					
2.51	f, nd					
2.43	f					
2.34	tf, f					
2.25	f, nd					
2.205	f à m					
2.045	f à m, nd					
1.995	f à m					
1.960	f, nd					
1.905	f à m					
1.855	f à m					
1.835	f à m					
1.805	F	70 (4)	65 (4)	80 (4)	80 (3)	80 (5)

nd : non visible.

\* : les deux raies sont souvent confondues.

## Schynite-priorite et fergusonite-formanite.

)° C - 20 heures.

## SÉRIE FERGUSONITE-FORMANITE

<i>d</i> moy.	Intensité des raies	Raies principales				
		Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V
3.14	aF à F	55 (4)	85 (2)	65 (3)	78 (3)	
3.06	nd, m					75 (2)
2.97	F à TF	80 (2)	75 (3)	55 (5)	60 (5)	100 (1)
2.76	f à aF					
2.65	tf à m					
2.55	tf à f, nd					
2.165	nd, f					
1.905	* F à TF	100 (1)	100 (1)	100 (1)	100 (1)	70 (3)
1.895					78 (4)	65 (4)
1.860	aF à F	65 (3)	70 (4)	60 (4)	45 (6)	
1.760	f à aF					
1.650	aF					
1.635	aF à F	50 (5)	70 (5)		45 (7)	60 (5)
1.580	? f					
1.565	aF à TF			70 (2)	80 (2)	
1.510	f à aF					
1.485	f à m					
1.375	f, nd					
1.220	m à aF					
1.190	f à m, nd					

## SÉRIE AESCHYNYTE-PRIORITE

<i>d</i> moy.	Intensité des raies	Raies principales				
		Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V
1.780	f					
1.725	f à m					
1.700	f à F					85 (4)
1.685	f à aF					
1.645	f à m					
1.615	f, nd					
1.57 **	aF à F	40 (5)		85 (3)		
1.540	F	80 (3)	80 (3)	75 (5)	70 (4)	90 (3)
1.510	m à aF		30 (5)			
1.500	m à aF					
1.470	m à aF					
1.270	f, nd					
1.195	f à aF					
1.165	m à aF				30 (5)	
1.140	f, nd					
1.040	f à m					
0.9880	f, nd					
0.9770	f, nd					
0.9450	f, nd					
0.8840	f, nd					
0.8630	m, nd					
0.8570	m, nd					
0.8425	f, nd					
0.8220 ?	f, nd					

\*\* : formées parfois de deux raies très voisines.

## SÉRIE FERGUSONITE-FORMANITE

<i>d</i> moy.	Intensité des raies	Raies principales				
		Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V
1.150	f, nd					
1.080	f, nd					
0.9135	f, nd					
0.9000	f, nd					
0.8110	f. nd					