

MÉTA-URANOCIRCITE D'ENTRAYGUES (AVEYRON)

PAR R. PULOU,

Laboratoire de Minéralogie, Faculté des Sciences, Toulouse.

Sommaire. — La méta-uranocircite, pratiquement exempte de calcium, a été découverte en abondance dans la région d'Entraygues. On donne l'analyse chimique, des courbes de décomposition thermique et le diagramme de Debye-Scherrer du minéral de ce nouveau gisement.

La méta-uranocircite $\text{Ba}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, considérée naguère comme rare en France, a été trouvée en abondance au point de constituer un minerai d'uranium exploitable au cours des travaux miniers exécutés actuellement dans la région d'Entraygues.

Situation du gisement.

Le gisement précis est situé dans le ravin du Cayrou commune de Golinac, non loin de l'endroit où, il y a quelques années, une mission de prospection du Commissariat à l'Énergie Atomique avait signalé la présence d'autunite ⁽¹⁾.

Les cristaux d'uranocircite, enrobés d'une matière argileuse grisâtre, se trouvent dans les fissures humides d'un granite porphyroïde très altéré que sillonnent quelques filons plus résistants de granulite passant localement à la pegmatite. Cette dernière contient aussi de l'uranocircite, mais en plus faible quantité.

Facès.

La méta-uranocircite, morphologiquement quadratique, se présente en minces lamelles carrées aplaties suivant la base p (001) et limitées par le prisme m (100). Certains cristaux examinés à la loupe, montrent en outre de minuscules faces h^1 (110).

(1) C. E. A. (1955). Mission d'Entraygues. Fiche signalétique de gisement. N° 9, Le Cayrou.

Ces lamelles atteignent parfois un centimètre carré de surface bien que leur épaisseur ne dépasse jamais 0,01 à 0,02 mm, ce qui les rend extrêmement fragiles et difficiles à isoler. Elles sont en effet généralement groupées en amas flabelliformes formant des nodules d'une centaine de grammes quand la largeur des fissures le permet. Ces nodules paraissent s'être développés sans support apparent dans la matière colloïdale argileuse qui les entoure et qui aussi les imprègne. Lorsqu'on ouvre un de ces nodules, on constate que les lamelles d'uranocircite forment de curieuses associations pennées visibles sur la figure 1 : les stries principales de chaque cristal étant à 90° les unes des autres et leur ligne de raccordement à 45°



FIG. 1. — Associations pennées de cristaux de méta-uranocircite du Cayrou.

Propriétés physiques.

Clivage micacé p (001) et clivages distincts m (100) communs à tous les phosphates de cette famille. Densité : 3,56. Dureté : 2 à 3. Couleur jaune paille à jaune soufre. Éclat nacré.

Au microscope, les lamelles sont transparentes avec de nombreuses inclusions nébuleuses. Pléochroïsme faible avec des teintes allant du jaune verdâtre suivant le clivage p au jaune pâle perpendiculairement. Nettement biaxe négatif avec $2V = 25^\circ 1/2$, devenant uniaxe par chauffage. Plan des axes optiques : m (100). Dispersion $r > v$. Les indices de réfraction sont pour le jaune à 20° :

$$n_g = 1,623, n_m = 1,622, n_p \text{ calculé} = 1,603.$$

Ces valeurs sont relatives à l'échantillon analysé plus loin.

Elles se modifient sensiblement avec la teneur en eau du minéral.

En lumière de Wood, forte fluorescence jaune verdâtre qui ne disparaît pas par chauffage au rouge comme avec l'autunite.

Propriétés chimiques.

L'analyse qualitative de cristaux triés à la pince décèle des traces de calcium et de magnésium à côté de constituants normaux de l'uranocircite. Ces résultats de la chimie ont été confirmés par la spectrographie.

Analyse quantitative :

I. Uranocircite du Cayrou (analyse recalculée après déduction de 2,5 % d'insoluble).

II. Analyse théorique de $\text{Ba}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

	I		II
UO_3	59,8	56,56
BaO	13,8	13,16
CaO	0,2	
P_2O_5	12,0	14,04
H_2O	14,6	14,24
	<hr/>		<hr/>
	100,4		100,00

On peut expliquer l'excès de UO_3 par la présence d'hydrates d'uranium amorphes dispersés entre les feuillets.

Décomposition thermique.

Cette étude s'appuie sur les résultats de l'analyse thermogravimétrique et de l'analyse thermique différentielle. Les courbes enregistrées par ces deux méthodes montrent que la méta-uranocircite se déshydrate en trois étapes (fig. 2 et 3-I) :

1° de la température ambiante à 120° environ, on assiste à un dégagement de plus en plus rapide d'eau dû à l'humidité qui imprègne plus ou moins le minéral : la courbe pondérale débute par une partie arrondie qui traduit l'augmentation de la tension de vapeur de l'eau avec la température. Ce départ

d'eau donne sur la courbe différentielle un crochet endothermique *a* d'amplitude variable; très développé, avec un échantillon maintenu quelque temps sous l'eau (fig. 3-II), il disparaît presque totalement si l'échantillon a été conservé dans un dessiccateur à CaCl_2 (fig. 3-III);

2° de 120 à 180°, une partie de l'eau interposée entre les feuillets s'élimine rapidement et régulièrement. La courbe pondérale montre par une partie droite que la perte d'eau est proportionnelle à l'élévation de la tem-

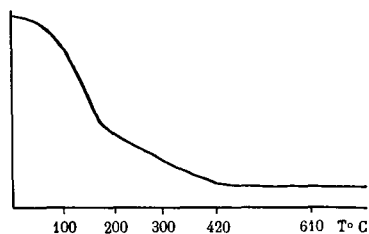


FIG. 2. — Courbe d'analyse thermogravimétrique de méta-uranocircite du Cayrou.

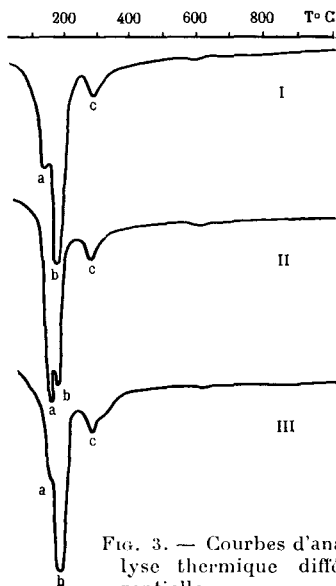


FIG. 3. — Courbes d'analyse thermique différentielle.

- I. - Méta-uranocircite du Cayrou.
 II. - La même, traitée par l'eau.
 III. - La même, desséchée sur Cl_2Ca .

pérature. La courbe différentielle traduit ce nouveau départ par un second crochet endothermique *b* très important;

3° de 180 à 400°, les dernières molécules d'eau s'échappent avec plus de difficulté; il reste de l'uranocircite anhydre stable. La courbe pondérale présente maintenant une nouvelle partie droite de pente plus faible que la précédente dont elle est séparée par un point anguleux. La courbe différentielle offre dans le même intervalle de température un crochet endothermique *c* dont la largeur et la faible amplitude confirment la lenteur de la dernière phase de déshydratation.

Plongée dans l'eau, l'uranocircite anhydre, même chauffée à 1 000°, se réhydrate avec la plus grande facilité et devient

ainsi capable de redonner les mêmes courbes thermiques.

Divers hydrates intermédiaires ont été signalés au cours de la déshydratation de la méta-uranocircite. Selon Church (1877), l'uranocircite naturelle perd $4\text{H}_2\text{O}$ dans l'air desséché sur de l'acide sulfurique concentré, puis $2\text{H}_2\text{O}$ à 100° et enfin $2\text{H}_2\text{O}$ au rouge. Beintema (1938) admet, après une étude des tensions de vapeur, l'existence de 3 hydrates à 10, 6 et $2\text{H}_2\text{O}$. Nuffield et Milne (1953) ont montré que les résultats des deux auteurs précédents étaient compatibles et ont mis en relief la nature zéolitique de l'eau interposée entre les feuillets. Ces hydrates possèdent donc une stabilité précaire et il est normal de ne pas avoir de palier sur la courbe pondérale. Les modifications dans la vitesse de déshydratation montrent toutefois que si les liaisons des molécules d'eau sont lâches, elles ne sont pas identiques pour toutes. Ceci explique que les points singuliers à 120° et 180° de la courbe pondérale correspondent sensiblement aux hydrates à 4 et $2\text{H}_2\text{O}$, résultat conforme aux données de Church.

TABLEAU I. — Diagrammes de Debye-Scherrer.

Intervalles réticulaires en Å, $\text{FeK}\alpha = 1,935 \text{ \AA}$

1° Méta-uranocircite. Le Cayrou. Nodules.

2° Méta-uranocircite. Valeurs calculées avec $a = 6,96 \text{ \AA}$ et $c = 16,90 \text{ \AA}$ pour paramètres de la maille (Nuffield et Milne, 1953).

1°		2°	
8,5 ff	2,92 mF	8,44	002 2,93 122
6,8 m	2,70 f	—	2,69 024
6,4 m	—	—	2,61 016
5,42 f	2,42 m	5,37	012 2,42 025
4,90 FFF	2,36 mF	4,92	110 2,36 222
4,22 m	2,20 m	4,22	004 2,20 130
3,55 FF	2,18 m	3,61	014 2,18 026
3,42 F	2,12 mf	3,41	021 2,12 } 132
3,23 F	2,06 mf	3,22	022 2,08 } 224
3,19 m			2,08 126

Origine du gîte.

Ce gîte sans profondeur résulte manifestement d'une remise en mouvement actuelle de l'uranium des filons. Le broyage extrême de ces derniers et les nombreuses cassures du granite des épontes expliquent l'importance des phénomènes de transport. Les solutions uranifères acides, issues des filons altérés, neutralisées par les produits de lessivage du granite ont abandonné l'uranium sous une forme phosphatée particulièrement insoluble, après un parcours très variable dépendant de la perméabilité des épontes. On rencontre ainsi fréquemment des arènes imprégnées d'autunite parfois barytifère au voisinage des filons; l'uranocircite par contre est beaucoup plus rare. Il est vrai que le baryum est moins fréquent que le calcium dans les granites et souvent plus ou moins associé à ce dernier élément.

Une analyse du granite du Cayrou montre ainsi que le baryum est accompagné dans la roche par une quantité importante de calcium. Si l'on compare les rapports BaO/CaO dans le granite et dans la méta-uranocircite, on trouve environ 5 avec le premier et une valeur beaucoup plus forte, 69, avec la seconde. Il y a donc eu concentration du baryum dans le minéral. La présence de montmorillonite dans la matière argileuse qui enrobe les nodules de méta-uranocircite suggère l'idée d'une filtration sélective qui, par une sorte de chromatographie naturelle, aurait retenu les ions baryum moins mobiles que les ions calcium. Rappelons que De Launay (1897) avait attiré l'attention sur le rôle joué par les zéolites dans la formation des amas superficiels de barytine des roches cristallines.

Nous ferons remarquer en terminant que la montmorillonite comme tout colloïde constitue aussi un milieu éminemment favorable aux larges cristallisations; ceci expliquerait le développement exceptionnel des cristaux de méta-uranocircite de ce gisement.

BIBLIOGRAPHIE

- BEINTEMA, J. 1938. — *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas*, 57, 153.
- CHURCH, A. H. (1877). — *Mineral. Mag.*, G. B., 1, 234.
- DE LAUNAY, L. (1897). — *Contribution à l'étude des gîtes métallifères*, Paris.
- NUFFIELD, E. W. et MILNE, I. H. (1953). — *Amer Mineral.*, 38, 476.
-