

Bulletin
de
l'A.M.I.S.

Numéro 4
4ème trimestre 1992

LE GISEMENT D'URANIUM ET DE VANADIUM DE MOUNANA, GABON.

Conférence de Fabien Cesbron du 12 décembre 1992.

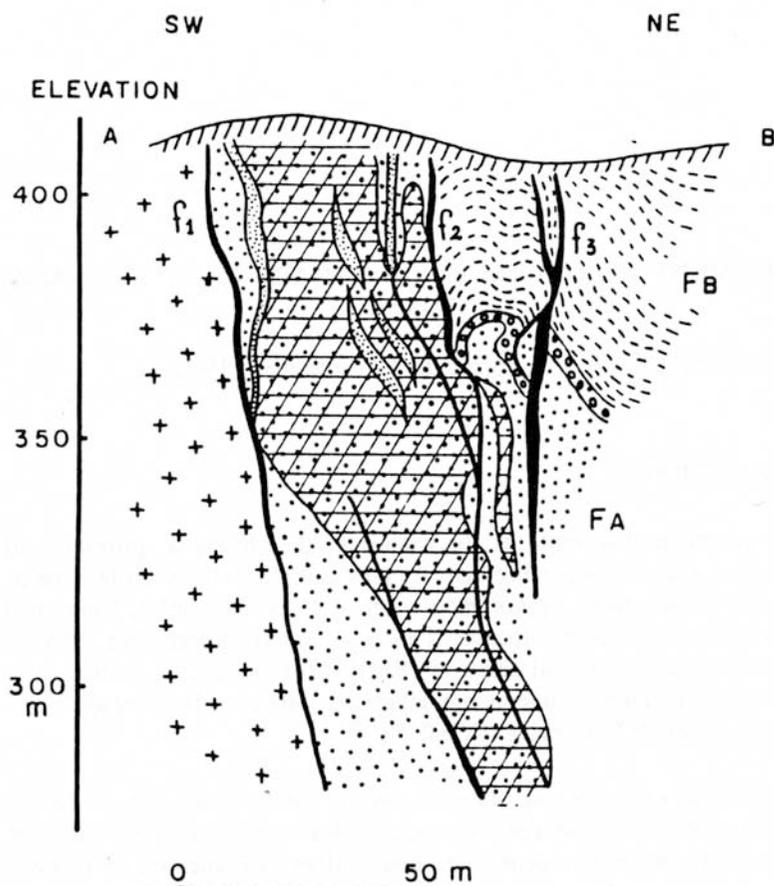
INTRODUCTION

Le gisement d'uranium et de vanadium de Mounana, province du Haut-Ogoué, Gabon, est localisé dans les grès du Francevillien sur la route de Franceville à Lastourville, approximativement à 25 km au Nord de l'important gisement de manganèse de Moanda. Il a été découvert en décembre 1956 par deux géologues du Commissariat à l'Energie Atomique, N. Morin et J. Lecomte; les opérations minières ont débuté en 1961 avec la Compagnie des Mines d'Uranium de Franceville (COMUF).

Le minerai est traité sur place, l'uranium étant dissous par de l'acide sulfurique produit localement et conservé dans des cuves en bois, puis précipité sous forme d'uranate de magnésium envoyé alors en France où un procédé métallurgique le transforme en lingots d'uranium métal d'environ 200 kg.

GEOLOGIE

La série du Francevillien, qui constitue le bassin de la vallée du Haut-Ogoué, est d'âge précambrien: c'est une très épaisse série dont il est difficile d'établir une stratigraphie précise du fait du manque d'affleurements. Le pays est vallonné avec une altitude moyenne de 500 m et recouvert par une couche de latérite supportant une savanne arbustive jalonnée de quelques termitières; une forêt galerie dense occupe les thalwegs où se rencontrent en général les meilleurs affleurements. Quelques falaises permettent cependant d'observer les principaux niveaux, tous presque horizontaux, du Francevillien: grès grossiers argileux, arkosiques ou psammitiques, pélites, jaspes, tufs rhyolitiques, shistes et même quelques conglomérats (thèse de F. Weber, 1969).

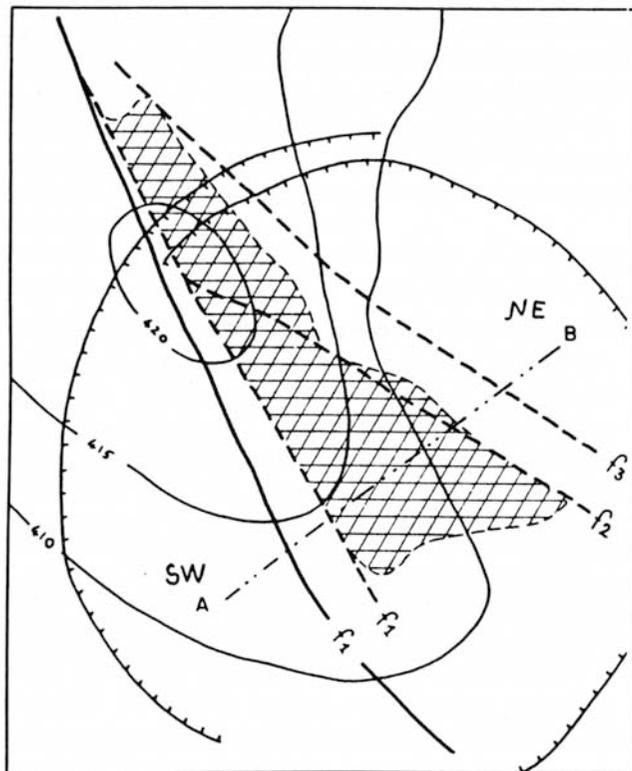


Coupe idéalisée SW-NE du gisement de Mounana. D'après F. Weber.

 Minerai	 Siltites
 Pélites	 Grès grossiers
 Conglomérat	 Socle

Des horizons manganésifères (oxydes et hydroxydes associés à des concrétions de scalénoèdres de rhodochrosite) sont souvent interstratifiés dans les pélites; atteignant localement une épaisseur moyenne de 5 m, ils constituent alors de très importants gisements comme celui de Moanda, exploité par la Compagnie Minière de l'Ogoué (COMILOG).

Le gisement de Mounana proprement dit est situé dans une zone faillée affectant des grès grossier du Francevillien inférieur F_A (Précambrien moyen: environ 1740 millions d'années) qui ont été redressés pratiquement à la verticale. Une première faille (f1 sur les figures 1 et 2) met les grès minéralisés en contact avec le granite d'anatexie du Chaillu. Deux autres failles (f2 et f3) séparent le "coin" de grès ainsi constitué des grès pélitiques appartenant au Francevillien moyen F_B dont les couches, presque verticales à proximité de la faille f3, redeviennent progressivement sub-horizontales au fur et à mesure que l'on s'éloigne vers le Nord-Est.



Localisation de la minéralisation (zone hachurée) à l'altitude 350 m. Les lignes en tireté représentent la trace des failles à ce niveau. D'après des Lignéris et Bernazeaud.

La minéralisation est ainsi contrôlée, d'une part par la structure en "coin" formée par les failles, d'autre part par la lithologie, l'uranium et le vanadium se trouvant principalement dans des grès grossiers habituellement limités par des niveaux de grès fins séricitiques. Curieusement, les grès pélitiques, pourtant assez riches en matière organique, sont dépourvus de minéralisation.

Le gisement a une extension horizontale d'environ 140 m avec une puissance maximale de 40 m; l'extension verticale est de 150 m. Il a été exploité en découverte jusqu'au niveau -70 m, puis en travaux souterrains. Plus tard, d'autres amas minéralisés de moindre importance ont été travaillés près du gisement principal, en particulier la mine d'Oklo dont quelques zones particulièrement riches se sont comportées comme autant de réacteurs nucléaires naturels fossiles. L'eau, dans les grès poreux, a agit comme un modérateur de neutrons et il en est résulté un appauvrissement de l'isotope ^{235}U , d'où un rapport $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ plus faible que celui généralement observé. C'est une analyse de routine de ce rapport qui a attiré l'attention sur ce gisement.

MINÉRALOGIE

Le gisement de Mounana présente deux zones distinctes (ou plutôt "présentait" puisque l'une d'entre elle a disparu depuis longtemps):

- la zone dite des "minerais noirs" où l'uranium et le vanadium se présentaient sous leur état de valence inférieur (donc à l'état réduit) et formaient des minéraux séparés. Il existait d'ailleurs au milieu du gîte une sorte de pilier extrêmement riche en oxydes et hydroxydes de vanadium III et IV qui posaient des problèmes lors de l'attaque acide du minerai et n'étaient exploités que parcimonieusement;

- la zone d'oxydation d'environ 40 m d'épaisseur où l'essentiel de la minéralisation était constitué d'uranyl-vanadates de plomb, aluminium et baryum et qui était certainement la plus intéressante pour le collectionneur.

A - Zone des minerais noirs.

Dans la partie la plus riche en uranium, le minéral prédominant est l'uraninite-pechblende UO_2 associée à de la coffinite accessoire $\text{U}(\text{SiO}_4)_{1-x}(\text{OH})_{4-x}$. Ces deux minéraux sont associés à un matériau asphaltique et un peu de galène, de sphalérite, de sulfures de cuivre (chalcopryrite et chalcocite), de sulfures de fer (pyrite, marcasite, greigite) et enfin de séricite. Toutes ces espèces forment le ciment des grès. Les minéraux accessoires sont le zircon, la tourmaline, le rutile et quelquefois de la barite abondante remplissant des fractures.

Dans la partie enrichie en vanadium, le grès présente un aspect plus compact et montre en lame mince une mosaïque de grains de quartz nourris par recrystallisation, tandis que la barite est rare ou absente. Les trois espèces principales sont:

- la karélianite V_2O_3 , connue jusqu'ici surtout à Outokumpu (Finlande) et dont la paragenèse est de haute température, ce qui n'est certainement pas le cas à Mounana. Elle se présente souvent en aiguilles à l'intérieur des grains de quartz;

- la montroséite $VO(OH)$ généralement microcristalline et qui remplace très souvent les cristaux de karélianite: c'est un minéral instable qui se transforme en paramontroséite VO_2 ;

- la roscoélite $KV_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ qui est en quelque sorte une muscovite à vanadium et qui constitue une fraction importante du ciment du grès et enveloppe les deux minéraux précédents.

Les sulfures sont les mêmes que dans la zone précédente mais il existe aussi quelques autres oxydes de vanadium:

- la nolanite, oxyde de Fe et V de composition mal définie, très rare ici;

- la duttonite $VO(OH)_2$ en cristaux micacés atteignant le mm;

- la lenoblite $V_2O_4 \cdot 2H_2O$, espèce nouvelle à l'époque et retrouvée depuis dans le Kyzyl-Koum, au Kazakhstan;

- la bariandite $V_2O_4 \cdot 4V_2O_5 \cdot 12H_2O$ en fibres atteignant 3 mm et d'un noir brillant, couvrant parfois des surfaces de plusieurs cm^2 .

B - Zone d'oxydation

Elle était exceptionnelle par l'abondance d'uranyl-vanadates complètement inconnus ailleurs: 7 nouveaux minéraux y ont été découverts et décrits entre 1957 et 1971. Les grès présentaient une forte altération et étaient quelquefois très friables et poreux du fait du lessivage des minéraux primaires d'uranium et de vanadium. Ces deux éléments, oxydés sous leur forme la plus élevée (respectivement 6^+ et 5^+), se sont associés pour constituer des uranyl-vanadates hydratés remplissant les fissures des grès, en croûtes épaisses parfois de plusieurs centimètres! Les minéraux rencontrés étaient:

Uranyl-vanadates

- la carnotite $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 1-3H_2O$, rare ici mais parfois cristallisée sous forme prismatique;

- la francevillite $Ba(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 5H_2O$, le plus abondant des uranyl-vanadates, en cristaux losangiques oranges à jaune orangé (figure 3) dont

certaines ont atteint 8 mm, plus rarement jaune verdâtre. Elle contient souvent Pb en remplacement de Ba et forme une série continue avec la curiénite;

- la curiénite $Pb(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 1-3H_2O$, en poudre microcristalline jaune canari formant des croûtes épaisses parfois de 5 mm. Elle est souvent associée à la chervéite et la mottramite, cette dernière étant quelquefois pseudomorphosée par la curiénite;

- la vanuralite $Al(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 11H_2O$ (figure 4) et la métavanuralite $Al(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 8H_2O$, la première monoclinique et l'autre triclinique, formant des agrégats compacts avec une structure arborescente en forme de feuilles d'acanthé. Rarement associées avec la francevillite, elles recouvraient fréquemment un mélange de mounanaïte et de limonite.

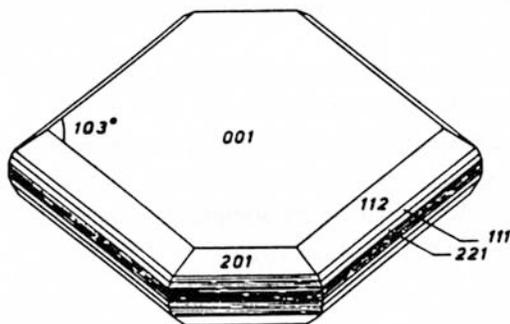


Fig. 3 - Cristal de francevillite

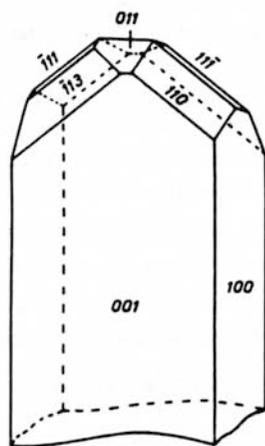


Fig. 4 - Vanuralite

Autres vanadates

- la chervéite $Pb_2V_2O_7$, probablement un des minéraux les plus intéressants du gisement du fait de sa morphologie variée (28 formes) et de ses différentes macles (figures 5a à 5c). Elle était très largement répandue dans le gisement, depuis même la partie supérieure de la zone des oxydes noirs, associée à la duttonite et la bariandite. Incolore et transparente à grise ou brunâtre, atteignant parfois le centimètre.

- la mottamite $(\text{Cu,Zn})\text{Pb}(\text{VO}_4)(\text{OH})$ en cristaux noir brillant de 2 mm associés à la francevillite verdâtre. En fait, les analyses ont montré qu'elle ne contenait que 0,1 à 0,5 % de zinc;
- la mounanaïte $\text{PbFe}_2(\text{VO}_4)_2(\text{OH})$ en cristaux maclés rouge brun (fig. 6);
- La schubnelite $\text{Fe}_2\text{V}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ avec sa macle par pénétration caractéristique (fig. 7).

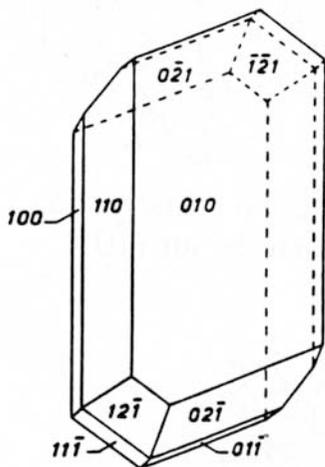


Fig.6 - Mounanaïte

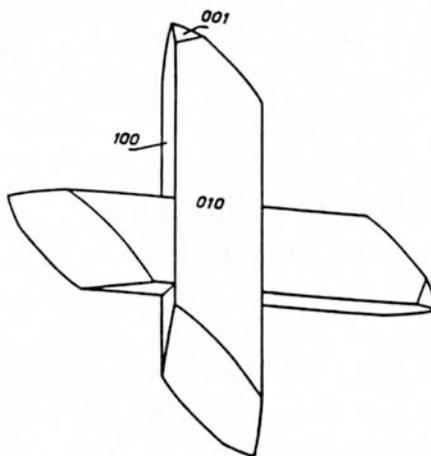


Fig. 7 - Schubnelite,
macle par pénétration

Autres uranates

- l'uranocircite $\text{Ba}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ rencontrée en cristaux de 4 mm associés à de la pechblende concrétionnée dans la faille f2;
- la renardite $\text{Pb}(\text{UO}_2)_4(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ en fins cristaux associés à l'uranocircite;
- la torbernite $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ en cristaux dipyramidaux (fig. 8)

transparents vert émeraude, toujours associés à la francevillite;

- la kasolite $Pb(UO_2)(SiO_4).H_2O$ observée aussi dans la faille f2 à la limite entre les deux zones.

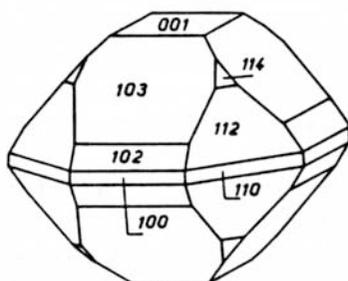


Fig. 8 - Torbernite

PROCESSUS D'OXYDATION

La minéralisation primaire s'est déposée non seulement à basse température, mais aussi dans un environnement très réducteur comme l'atteste la présence de matériau organique, d'hydrocarbures, de sulfures, etc. L'existence de karélianite et de montroséite indique aussi, en plus des conditions réductrices, un milieu relativement acide puisque la première précipite à partir de pH 3 et la seconde à partir de pH 4.

Cependant, des minéraux tels que la karélianite et l'uraninite s'oxydent facilement: l'uranium passe de U^{4+} à U^{6+} et le vanadium de V^{3+} à V^{4+} puis V^{5+} , en donnant éventuellement des composés avec un degré d'oxydation intermédiaire (bariandite par exemple, dont le degré d'oxydation est de 4,80).

En fait, dès que V^{4+} commence à s'oxyder en V^{5+} , l'uranium a déjà atteint la valence $6+$ et formé des ions uranyles $(UO_2)^{2+}$ aisément solubles; ces ions réagissent alors avec les ions V^{5+} pour former des uranyl-vanadates qui précipitent, empêchant ainsi le lessivage total de l'uranium.

Des espèces telles que la duttonite, la lenoblite et la bariandite, qui se rencontrent dans les fissures des grès de la partie supérieure de la zone primaire, ont probablement été déposées par précipitation, sous des conditions réductrices (sulfures), de solutions vanadiques redescendant des niveaux

supérieurs d'où un enrichissement supergène. Ceci explique aussi la formation de chervétite (V^{5+}) associée à de la duttonite (V^{4+}) puisque de la chervétite a pu être obtenue synthétiquement par action directe d'une solution de V_2O_5 sur de la galène: une partie du V^{5+} a produit de la chervétite avec le plomb de la galène, l'autre a été réduite en un hydroxyde amorphe de V^{4+} . L'existence de chervétite est également intéressante d'un autre point de vue car elle prouve l'absence complète d'ions Cl^- dans le gisement: en effet, dès que ceux-ci sont présents, elle devient instable et se transforme en vanadinite, minéral totalement absent à Mounana malgré l'abondance de vanadium et de plomb.

Dans la zone oxydée, le plomb de la curiénite, le baryum de la francevillite et l'aluminium de la vanuralite provenaient respectivement de la galène, de la barite (lentement soluble dans des solutions urano-vanadiques acides) et de la roscoéelite. Là aussi le milieu devait être acide puisque la curiénite, la mounanaïte et la francevillite n'ont pu être synthétisées que pour des pH inférieurs à 3. Ceci est aussi confirmé par l'absence de minéraux vanadifères tels que la sengiérite $Cu(UO_2)_2(VO_4)_2(OH)_2 \cdot 6H_2O$ ou la volborthite $Cu_3(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$ qui se forment respectivement entre pH 4 et pH 7 pour la première, et entre pH 3 et pH 6 pour la seconde. Si l'absence de carbonates, la présence de sulfures et celle de solutions vanadiques ont favorisé l'acidité du milieu, les acides humiques dérivant du pourrissement des végétaux en climat équatorial peuvent avoir aussi joué un rôle.

On peut mentionner pour terminer que le gisement de Mounana est tout à fait unique de par sa minéralisation, surtout oxydée; il diffère en particulier des gisements du Plateau du Colorado par la présence de très abondants uranyl-vanadates de Pb, Ba et Al totalement absents au Colorado où l'on rencontre au contraire des uranyl-vanadates de potassium (carnotite, très rare au Gabon) ou de calcium (tyuyamunite), ainsi que de nombreux vanadates de calcium tels que la rossite, la hewettite et la pascoïte.

Vie de la Collection

Nous avons le plaisir de vous faire part de l'avancement des travaux de l'accès vers le 34 de la Rue Jussieu :

- la salle d'accueil des visiteurs est pratiquement terminée.
- la galerie de mine est terminée également, grâce à la diligence de la Cogema et de sa Mine du Bourneix dont les ouvriers d'une efficacité remarquable ont réalisé leur oeuvre en 5 jours.
- les pierreaux (personnes travaillant la pierre) vont intervenir dans un très bref délai, ils réaliseront l'entrée monumentale en Syenite à Sodalite.
- le 1er Mars 1993 verra l'ouverture au public, tous les jours, sauf le mardi, de 13 heures à 18 heures.

POUR BENEFICIER DE L'ENTREE GRATUITE OFFERTE AUX MEMBRES DE L'ASSOCIATION IL FAUT ETRE A JOUR DE SES COTISATIONS ET PRESENTER LA CARTE A L'ENTREE DE LA COLLECTION.

Les nouvelles acquisitions :

- Whewellite de Dalnegorsk, Sikhote-Aline, Sibérie Orientale, le plus beau cristal connu (9cm).
- Paralaurionite de Touissit, Maroc, un groupe remarquable de cristaux atteignant 6 cm.
- Helvite, mine de Chingolo, Cordoba, Argentine, le plus gros cristal connu de 2,6 kg (18 cm).
- Hedenbergite, Pakistan (7 cm).
- groupe de cristaux de Phlogopite recouverts de Lazurite, Afghanistan (10 cm l'échantillon).

- Monsieur Giovanni Zingo nous a offert un cristal de Labradorite de 4 cm de Finlande, nous l'en remercions bien vivement.

Pierre Bariand

Le Conseil d Administration

vous souhaite

une

BONNE ANNEE 1993

A.M.I.S

**Association des Amis
de la Collection de Minéraux de la Sorbonne**

Tour 25 - Rez-de-Chaussée

4, place Jussieu
75252 PARIS Cedex 05