

CEA 1587 - CHERVET J.

**FORMATION DE MINERAUX NEOGENES SUR LES HALDES D'ANCIENNES MINES D'URANIUM ET SUR LE CARREAU DES MINES EN EXPLOITATION (1960)**

Sommaire. - Cette étude préliminaire a pour but de fixer dès à présent les dégradations majeures que subissent les minéraux d'uranium primaires et secondaires, sous l'action de l'air et des eaux météoriques. Il s'agit en l'occurrence des minéraux d'uranium constituant les minerais entreposés à l'air libre. Les minerais pyriteux sont les plus vulnérables : les interactions entre la pyrite ou plutôt de ses produits d'oxydation avec les composés uranifères sont susceptibles de former des minéraux néogènes dont l'importance est considérable dans la lixiviation naturelle des stocks de minerais d'uranium.

CEA 1587 - CHERVET J.

**FORMATION OF NEOGENIC ORES ON THE DUMP-HEAPS OF OLD URANIUM MINES AND ON THE MINE-HEAD OF MINES UNDER EXPLOITATION (1960).**

Summary. - The aim of this preliminary study is to assess straight away the major degradations suffered by primary and secondary uranium ores under the weathering action of air and water. The uranium ores concerned in this case are those stored in the open air. The pyritic ores are the most vulnerable : the interactions between the pyrite, or rather its oxidation products, and the uraniferous compounds are liable to lead to the formation of neogenic ores, which are of considerable importance in the natural lixiviation of uranium ore stocks.

**- Rapport C.E.A. n° 1587 -**

**Service de Minéralogie**

**FORMATION DE MINERAUX NEOGENES  
SUR LES HALDES D'ANCIENNES MINES D'URANIUM  
ET SUR LE CARREAU DES MINES EN EXPLOITATION**

**par**

**J. CHERVET**

**R. 60-1663**

**- 1960 -**

**PREMIER MINISTRE**  
**COMMISSARIAT A**  
**L'ÉNERGIE ATOMIQUE**

**FORMATION DE MINÉRAUX NEOGENES**  
**SUR LES HALDES D'ANCIENNES MINES D'URANIUM**  
**ET SUR LE CARREAU DES MINES EN EXPLOITATION**

**par**

**J. CHERVET**

**Rapport CEA N° 1587**

**CENTRE D'ÉTUDES**  
**NUCLÉAIRES DE SACLAY**  
**SERVICE DE DOCUMENTATION**  
**Boite postale n° 2 - Gif-sur-Yvette (S.-et-O.)**

**FORMATION DE MINERAUX NEOGENES**  
**SUR LES HALDES D'ANCIENNES MINES D'URANIUM**  
**ET SUR LE CARREAU DES MINES EN EXPLOITATION**

- Etude préliminaire -

Dans cette étude, je me propose, après observation sur le terrain et prélèvement d'échantillons pour examen au laboratoire de Minéralogie, de définir le rôle de "l'atmosphérisation" :

1° sur les minéraux d'uranium primaires et secondaires existant encore sur les haldes des mines abandonnées;

2° sur les minéraux d'U primaires et secondaires entreposés sur le carreau des mines d'U

Sous le terme "d'atmosphérisation", il faut entendre:

1° le rôle prépondérant joué par l'oxygène de l'air avec le concours des eaux météoriques;

2° le rôle, plus secondaire, du gaz carbonique dissous dans les eaux de pluie.

Dans cette étude ne seront pas traités les minéraux néogènes se formant dans les galeries de mines en cours d'exploitation (voir uranopilite, zippéite, johannite dans "Contribution à l'étude des minéraux secondaires d'uranium"

J. CHERVET et G. BRANCHE - Sciences de la Terre - NANCY et "Les minéraux français d'uranium par J. CHERVET (nouvelle édition - en cours d'impression).

Les champs d'observation choisis pour cette étude sont :

- 1° Carrière du Limouzat
- 2° Halles du filon de l'Etang de Reliez
- 3° Indice du Riviéral - région de Lodève (Hérault)

Dans tous les cas où le minerai à pechblende est associé à des sulfures (pyrite, marcassite, melnicovite, chalcoppyrite, blende, etc.,) le minéral néogène le plus répandu et le plus spectaculaire est l'uranopilite  $6\text{UO}_3 \cdot 3\text{SO}_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

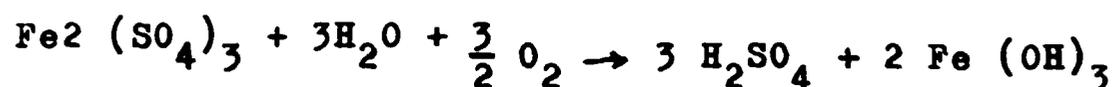
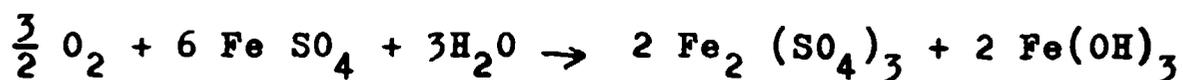
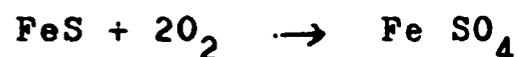
En réalité, le second sulfate d'uranium connu; la zippéite  $2\text{UO}_3 \cdot 3\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  se forme sensiblement dans les mêmes conditions que l'uranopilite plus facilement même que ce dernier sulfate, seulement son extraordinaire solubilité dans les eaux faiblement acides -pH 4 à 5- le font disparaître au fur et à mesure de sa formation. L'uranopilite moins soluble se fixe sous forme d'efflorescences jaunes. La zippéite peut émigrer dans l'échelle hectométrique.

L'uranopilite se forme souvent sur des échantillons de minerai à pechblende et sulfures de fer conservés dans les collections dans une atmosphère normale.

Sa formation sur les halles, dans la mine ou dans les collections est conditionnée par trois facteurs :

- 1° présence de sulfure de fer à côté de la pechblende
- 2° présence d'oxygène
- 3° présence d'humidité

L'obtention d'acide sulfurique nécessaire à la formation des sulfates d'uranium (uranopilite, zippéite) est subordonnée aux réactions chimiques classiques :



Dans un milieu à pH très acide  $\text{pH} > 2$  : la formation d'uranopilite ne serait pas possible; seul le sulfate d'uranium très soluble  $\text{SO}_4 \text{UO}_2 + \text{aq}$  verrait le jour.

Dans les conditions naturelles où joue la loi d'action de masse : gros excès d'oxyde d'uranium (pechblende) à côté de doses relativement faibles d'acide sulfurique, seuls les sulfates basiques d'uranium s'individualisent sous forme d'uranopilite ou de zippéite.

Ainsi que je l'ai signalé plus haut, la zippéite est très rarement observée sur les haldes ou dans la mine à cause de sa très facile solubilité dans des eaux peu acides (conditions réalisées même avec  $\text{HCO}_3 \text{H}$ ).

L'uranopilite moins facilement soluble est pratiquement le seul sulfate d'uranium observable.

La johannite : sulfate d'uranyle et de cuivre hydraté est infiniment plus rare, bien que sa solubilité soit du même ordre que celle de l'uranopilite. Elle nécessite pour sa formation, la présence de pechblende, d'acide sulfurique et d'oxyde de cuivre. La johannite n'a jamais été observée sur les haldes jusqu'à présent: elle n'a été rencontrée que dans la mine du Limouzat au niveau -200 mètres à côté d'uranopilite (J.CHERVET et G. BRANCHE).

L'uranopilite à l'abri des eaux météoriques peut subsister longtemps. Le plus bel exemple est celui que j'ai observé à Riviéral (Hérault). Un muret délimitant un vignoble de cette région est partiellement construit avec des blocs de minerai à pechblende et sulfures de fer; une superbe cristallisation d'uranopilite est apparue dans une zone abritée de ce mur.

Les cristallisations de mélanterite  $\text{SO}_4 \text{Fe} 7\text{H}_2\text{O}$  et d'uranopilite peuvent provoquer la fissuration et même l'éclatement des blocs de minerai à pechblende.

Je viens de constater tout récemment le phénomène, sur place, dans la carrière du Limouzat.

Dans les blocs de la brèche à pechblende restés sur le carreau de la carrière, les eaux météoriques ont pu pénétrer à l'intérieur par des fissures invisibles à l'œil: les conditions énumérées plus haut étant réalisées, le minéral néogène s'est développé et les efforts de croissance des cristaux ont écarté les microfissures et parfois fait éclater des blocs de plusieurs dizaines de kilogrammes.

Cette division naturelle de gros blocs de minerai à pechblende et sulfures favorise la formation de sulfates d'uranium solubles et leur lixiviation par les eaux météoriques.

Ceci est l'une des causes principales des pertes d'uranium pour les minerais stockés à l'air libre quand ils ne reposent pas sur une aire imperméable. Ceci peut être aussi un moyen commode et peu onéreux de traitement quasi naturel des minerais à sulfures oxydables et à pechblende: disposés sur une aire argileuse ou autre, en recueillant les eaux de ruissellement chargées de sulfate d'uranyle (voir les travaux P. MOURET).

#### HALDES DU FILON DE L'ETANG DE RELIEZ

Des prélèvements effectués tout récemment (13 avril 1960) sur les haldes de cette mine abandonnée, m'ont permis d'observer les phénomènes suivants :

PARSONSITE : des croûtes cristallines de ce minéral secondaire exposées depuis plusieurs années à l'action des eaux météoriques présentent des phénomènes de dissolution très nets : les formes des cristaux sont émoussées, les pointements cristallins des aiguilles ont presque entièrement disparu; il s'agit ici de dissolution par voie carbonatée. L'eau chargée d'acide carbonique  $H_2CO_3$  forme le complexe soluble :  
 $M_4(UO_2)(CO_3)_3$  ou  $M = Na, K$  cette réaction se produit également avec l'autunite, la chalcolite, etc.,

A l'intérieur des blocs de minerai à parsonsite, je n'ai constaté par contre aucun phénomène de dissolution. Les cristaux de parsonsite sont absolument frais.

La gangue très siliceuse, très peu fissurée et ne renfermant pas en général de sulfures altérables, ne subit pas d'éclatement comme dans le cas des minerais à pechblende et à pyrite - marcassite.

Dans certains échantillons renfermant des sulfures, en particulier : chalcoppyrite, covellite, blende et galène, des minéraux néogènes ont été observés : malachite de néoformation, divers sulfates actuellement à l'étude et en particulier la LETTSOMITE - sulfate de cuivre et d'aluminium -  $4 \text{CuO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

La formation de ces composés est très localisée et ne semble pas avoir de répercussion sur la minéralisation uranifère voisine. Dans aucun cas il n'a été observé de formation de sulfate d'uranyle.

Les conclusions de cette étude préliminaire sont les suivantes :

1° l'action de l'oxygène de l'air et des eaux météoriques est très efficace sur les minerais à pechblende et à sulfure de fer avec formation spectaculaire de sulfates d'uranyle : la zippéite très soluble, rarement exprimée et individualisée, très insidieuse et l'uranopilite moins facilement soluble donc très repérable. La cristallisation du sulfate ferreux d'une part et de l'uranopilite d'autre part provoquent la division des blocs de minerais, ce qui permet l'oxydation en profondeur et par conséquent une lixiviation consécutive plus importante sous l'action des pluies.

2° l'action des eaux météoriques chargées en acide carbonique est relativement faible sur les minerais à produits secondaires type parsonsite, autunite et chalcoppyrite. Elle existe

cependant et la nature de la gangue joue ici un rôle plus important que dans le premier cas.

Une gangue granitique plus facilement attaquable qu'une gangue purement siliceuse offrira une perméabilité idoine pour la circulation d'eau carbonatée.

Cette gangue granitique est en principe celle qui renferme les minéralisations secondaires courantes (autunite, chalcopite (voir gisements de Haute-Vienne)).

En vue de pallier la lixiviation des stocks de minerais exposés à l'air libre sur une aire perméable, je pense qu'il faut tenir compte de la nature minéralogique des minerais et de leur gangue et ne prolonger leur stockage que si les éléments minéralogiques présentent une résistance suffisante à l'atmosphérisation.

*Manuscrit reçu le 10 juin 1960.*

**FIN**