

Dégâts radiatifs dans des matériaux asphaltiques uranifères.**III : Le schiste cuprifère de Mansfeld (Allemagne).**

par JACQUES JEDWAB.

ZUSAMMENFASSUNG. — *Anschliffe des mansfelder Kupferschiefers und Kernemulsionplatten zeigen dass die Alpha-strahler sind inhomogen verteilt. Strahlung stammt hauptsächlich aus Zirkone und komplexen Einschlüssen die durch organische Anhäufungen umhüllt sind, und aus amorphen organischen Materialien.*

Les deux notes précédentes de cette série nous avaient donné l'occasion d'étudier les effets produits par des inclusions radioactives sur des matières organiques relativement bien différenciées (JEDWAB, 1962 et 1963).

Les observations présentées ici se rapportent à la trame de matière carbonée du schiste cuprifère de Mansfeld (« Kupferschiefer »), dont on connaît l'intérêt du point de vue de la théorie des gîtes métallifères (DUNHAM, 1964; DAVIDSON, 1964 et WEDEPOHL, 1964).

Ce schiste Permien (Zechstein) est exploité depuis le XIII^e siècle pour son cuivre et actuellement pour treize éléments chimiques et l'acide sulfurique. Il est constitué en gros de 25 % de carbonates (de Ca, Mg et Fe), 10 % de sulfures et arséniures (de Fe, Cu, Zn, Pb, Mo et Re), 55 % de quartz et argiles et enfin de 5 à 10 % de matières carbonées.

Les propriétés adsorbantes ou réductrices de ces dernières sont fréquemment tenues pour responsables de la fixation des éléments métalliques dans les schistes carbonés. Un moyen relativement simple de vérifier ces propriétés est donné par l'étude de la radioactivité alpha en plaques d'émulsions nucléaires : l'uranium qui ne forme pas de sulfure, bien que fréquemment associé aux sulfures de fer, doit se fixer de préférence sur les matières carbonées et ainsi leur conférer une activité accrue. Une étude microscopique de sections polies de schiste et des autoradiographies correspondantes permettra de vérifier l'hypothèse « in situ ».

*
* *

(*) Texte présenté en mai 1964 et remis le 23 juillet 1965.

La couche exploitée est relativement peu épaisse (jusqu'à 50 cm) et présente un zonage minéralogique et chimique assez marqué. Les mineurs distinguent dans la couche productive, de la base au sommet, six niveaux : Feine Lette — Grobe Lette — Kammschale — Schwarzer Kopf — Grauer Kopf — Köpfchen (EISENHUTH et KAUTZSCH, 1954). Entre les deux « Letten », on observe un horizon plus radioactif de 1-2 cm, appelé « Körnige Naht » ou « Hiekennaht » ou encore « Erdpechhiecke », qui serait suivant KOHL (1954) le résidu d'une accumulation de gouttes d'huile.

Les matières carbonées du schiste de Mansfeld ont évidemment attiré l'attention des chercheurs à de nombreuses reprises. Nous n'avons cependant pas connaissance à l'heure actuelle d'une étude pétrographique récente qui en aurait été faite avec des moyens optiques adéquats.

POTONIE (1910) classe le schiste parmi les sédiments sapropéliques dont les matières organiques seraient principalement d'origine planctonique.

FULDA (1928 et 1935) signale que des essais infructueux de distillation du schiste ont montré qu'il ne contient pas plus d'hydrocarbures qu'un charbon gras. Les plantes terrestres auraient donc constitué la source principale des matières organiques. Il faut cependant remarquer ici que le schiste est bien connu pour l'abondance des restes de poissons que l'on y trouve, et il est permis de penser que les animaux ont également contribué pour une certaine part à l'accumulation des matières organiques.

GOLDSCHMIDT (1937) attribue en partie l'existence du schiste et sa richesse en métaux lourds à l'érosion de sols riches en humus du Rotliegende.

SIEGL (1941) observe que si les matières organiques ressemblent macroscopiquement à du vitrain, elles ne présentent pas de structure microscopique. Il s'agirait de bitume carbonisé (« inkohlter Bitumen »). Il note une relation fréquente entre l'abondance des pyritosphères et celle du bitume.

DEANS (1948) estime que les sols humiques et les boues sapropéliques ont contribué à l'enrichissement en métaux lourds.

WEDEPOHL (1964) voit la source des métaux dans le Rotliegende sous-jacent, d'où ils auraient été extraits lors de la transgression du Zechstein, puis fixés comme sulfures, chélates organiques et adsorbés sur les matières carbonées.

Pour DAVIDSON (1964), la source des métaux pourrait être recherchée dans des solutions salines provenant du Zechstein, circulant et dissolvant en cours de route les éléments des minéralisations Hercyniennes, et imbibant finalement les sédiments déjà fossilisés du Kupferschiefer.

Comme on peut s'en rendre compte, il est difficile de se faire une opinion sur la nature des matières carbonées du Kupferschiefer, sauf à admettre que toutes les observations sont également valables, et que l'on trouve dans ce schiste des restes de plantes terrestres, de plancton, de poissons, d'humus, de bitume.

L'examen du schiste en section polie sous immersion d'huile permet de reconnaître plusieurs types de matières carbonées :

1° Des fragments assez rares de végétaux vasculaires à structure assez bien conservée, nettement clastiques (fusinite).

2° Des lentilles ou niveaux assez étendus de matières amorphes, à faible pouvoir réflecteur. Elles présentent parfois un aspect chagriné assez caractéristique (photo 7). L'absence de structure et la comparaison avec un échantillon du Musée de Freiberg, étiqueté « Koprolith mit Kupfererzen impregniert » et aimablement prêté par le Prof^r H. J. RÖSLER, permet de penser que l'on a effectivement affaire à un déchet organique (cf. aussi RÖSLER, 1964).

3° Une trame fine de matière carbonée à faible pouvoir réflecteur, cimentant les nodules de carbonates et de quartz, et qui donne à la roche sa forte teneur en carbone et sa fissilité.

4° Cette trame se rassemble souvent en petits nodules elliptiques ou irréguliers autour d'une inclusion radioactive (cf. ci-dessous). Ces nodules présentent un pouvoir réflecteur plus élevé que les autres matières carbonées (sauf la fusinite), diminuant progressivement vers la périphérie du nodule (photos 1, 2, 3 et 5). Ces nodules sont très comparables aux halos d'irradiation autour de zircons déjà décrits par STACH (1950 et 1958) et par HOEHNE (1957) dans des charbons.

5° Enfin SCHÜLLER (1958) a décrit de la « thucholite » associée à de la pechblende dans les « Rücken », qui sont des sortes de môles ayant joué le rôle de drains et de fixateurs de minéralisations à Ba, Bi, Mo, U, As, Co et Ni. Il déduit de ses autoradiographies que l'on a affaire à une combinaison urano-organique, car la radioactivité y est uniformément répartie.

DISTRIBUTION MICROSCOPIQUE DE LA RADIOACTIVITÉ.

Des échantillons de schiste de Mansfeld nous ont été aimablement donnés par nos collègues KAUTZSCH (Berlin), WEDEPOHL (Göttingen), RÖSLER (Freiberg), DE MAGNÉE et MORTELMANS (Bruxelles). De plus, de remarquables sections nous avaient été fournies par G. REHWALD, peu avant sa mort. Les photographies publiées ici ont été réalisées sur ses sections, malheureusement mal repérées géographiquement et stratigraphiquement. Comme le présent travail n'a aucune valeur stratigraphique ou paléogéographique, nous pouvons nous limiter à la description des phénomènes, après nous être assuré qu'ils peuvent être fréquemment observés à des niveaux et dans des localités différentes.

L'observation des plaques nucléaires irradiées par des sections polies du schiste montre qu'il y a trois porteurs principaux de la radioactivité :

1° des zircons, reconnaissables à leur zonage occasionnel, leur forme et pouvoir réflecteur. Il peut évidemment y avoir des xénotimes parmi ces « zircons ». On peut logiquement admettre qu'une partie de la radioactivité de ces minéraux est due à du thorium. Leur activité présente de notables différences : certains zircons sont très actifs, tandis que d'autres le sont assez peu (photos 3 et 4);

2° des particules complexes, multicolores, indéterminées et généralement très actives (photos 5 et 6);

3° les grandes lentilles de matières carbonées amorphes dont il a été question plus haut. Elles ont une activité notable mais relativement faible, et répartie assez uniformément. Aucun effet optique attribuable à des dégâts radiatifs n'a pu y être observé (photos 7 et 8).

Les zircons radioactifs sont fréquemment enrobés de matière carbonée et forment le centre des nodules dont il a été question. On trouve également des zircons radioactifs nullement associés à de la matière carbonée.

Ces nodules à fort pouvoir réflecteur dont le cœur est occupé par un minéral ou une inclusion complexe très radioactifs appellent quelques remarques intéressantes. STACH avait déjà souligné le caractère rapide et précoce de l'induration des matières carbonées par irradiation. Or une observation répétée des

nodules irradiés du schiste de Mansfeld montre que les particules actives sont presque toujours à l'intérieur du nodule, et pas à sa périphérie : ce phénomène indiquerait qu'ici aussi, les nodules se sont formés par induration précoce de matières carbonées encore très mobiles dans un sédiment peu consolidé, du moins à l'échelle microscopique.

On peut encore remarquer que les minéraux inclus dans les nodules carbonés ne font pas écran à l'irradiation (photos 2, 5 et 7). La vérification objective de ce phénomène et son interprétation promettent d'être intéressantes.

CONCLUSIONS.

La distribution de la radioactivité du schiste de Mansfeld présente un caractère discontinu, imposé par des inclusions d'origine détritique et par des matières organiques. Une partie de l'uranium semble effectivement fixée par adsorption sur ces dernières.

Le mode d'association des inclusions radioactives et des nodules de matière carbonée qui les englobent n'est pas quelconque, et suggère un accroissement rapide de ces nodules à partir de matières fluides très sensibles aux radiations.

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES.
LABORATOIRE DE GÉOCHIMIE.

BIBLIOGRAPHIE.

- DAVIDSON, C. F., 1964, Uniformitarianism and ore genesis. (*Mining Mag.*, 110, pp. 176-185 et 244-253.)
- DEANS, T., 1948, The Kupferschiefer and the associated lead-zinc mineralization in the Permian of Silesia, Germany and England. (*Int. Geol. Congr.*, XVIIIth sess., VII, pp. 340-351.)
- DUNHAM, K. C., 1964, Neptunist concepts in ore genesis. (*Econ. Geol.*, 59, pp. 1-21.)
- EISENHUTH, K. H. und KAUTZSCH, E., 1954, Handbuch für den Kupferschieferbergbau. Leipzig.
- FULDA, E., 1928, Zum Problem des Kupferschiefers. (*Preuss. geol. Landesamt*, Jb. 49, pp. 995-1002.)
- 1935, Die Vorräte der Kupferlagerstätten Deutschlands. (*Int. Geol. Congr.*, XVIth sess., Copper Res. of the World, 2, pp. 581-593.)

- GOLDSCHMIDT, V. M., 1937, The principles of distribution of chemical elements in minerals and rocks. (*J. Chem. Soc.*, pp. 655-673.)
- HOEHNE, K., 1957, Zirkonkristalle in Kohlenfözen. (*Chem. Erde*, 19, pp. 37-50.)
- JEDWAB, J., 1962, Dégâts radiatifs naturels dans des matériaux asphaltiques uranifères. I : Le grès asphaltique du Mas Alary (Hérault, France). (*Bull. Soc. belge de Géol.*, 71, pp. 487-496.)
- 1963, Dégâts radiatifs naturels dans des matériaux asphaltiques uranifères. II : Bois fossile asphaltisé de Temple Mountain (Utah). (*Ibid.*, 72, pp. 401-406.)
- KOHL, E., 1954, Die Metallischen Rohstoffe. Heft 10 : Uran. Stuttgart.
- POTONÉ, H., 1910, Die Entstehung der Steinkohle und der Caustobiolithe überhaupt. Berlin.
- RÖSLER, H. J., 1964, Eine Vererzung vom Kupferschiefer typ im Rotliegenden Thüringens. (*Ber. Geol. Ges. D.D.R.*, 9, pp. 217-226.)
- SCHÜLLER, A., 1959, Metallisation und Genese des Kupferschiefers von Mansfeld. (*Abh. deutsch. Ak. Wiss. Berlin*, Kl. Chem., Biol., Geol., 6.)
- SIEGL, W., 1941, Zur Genesis des Kupferschiefers. (*Min. Petr. Mitt.*, 52, pp. 347-362.)
- STACH, E., 1950, Vulkanische Aschenregen über dem Steinkohlenmoor. (*Glückauf*, 86, pp. 41-50.)
- 1958, Radioaktive Inkohlung. (*Brennst. Chem.*, 39, pp. 329-331.)
- WEDEPOHL, K. H., 1964, Untersuchungen am Kupferschiefer in Nordwestdeutschland. Ein Beitrag zur Deutung der Genese bituminöser Sedimente. (*Geoch. cosmoch. acta*, 28, pp. 305-364.)
-

EXPLICATION DES FIGURES.

Toutes les photographies de sections polies (1-2-3-5 et 7) ont été prises en réflexion, sous immersion d'huile, sans nicol. Les autoradiographies (4-6 et 8) résultent d'une exposition de 20 jours.

1. Cristal de zircon idiomorphe, zoné et fracturé. Trame fine et peu dense de matière carbonée, montrant des différences de pouvoir réflecteur, surtout dans la partie supérieure. Quelques pyritosphères. Gross. 660 \times .

2. Nodule de matière carbonée, avec pouvoir réflecteur diminuant progressivement vers l'extérieur. Pyritosphère (blanc) inclus ne formant pas écran. L'inclusion radioactive n'est pas visible à ce niveau de la section. Gross. 660 \times .

3. Inclusion transparente peu radioactive, avec nodule de matière carbonée relativement peu développé. Gross. 660 \times .

4. Autoradiographie correspondante. Gross. 470 \times .

5. Inclusion très active, complexe, dans un nodule bien développé, mais ayant englobé de nombreux constituants du schiste. Remarquer ici aussi l'absence d'effet d'écran. Gross. 660 \times .

6. Autoradiographie correspondante. Gross. 470 \times .

7. Vue partielle d'une lentille de matière carbonée amorphe. Chagrinage caractéristique. Gross. 310 \times .

8. Autoradiographie correspondante. Les traces alpha émanent de toute la surface de la lentille, sans concentrations. Gross. 265 \times .

