

Académie & Société Lorraines des Sciences

Etablissement d'Utilité Publique
(Décret ministériel du 26 avril 1968)

ANCIENNE
SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

fondée en 1828

BULLETIN
TRIMESTRIEL

1969

TOME 8 — NUMERO 2

AVIS AUX MEMBRES

COTISATIONS. — Les cotisations (25 F) peuvent être réglées à M. le Trésorier Académie et Société Lorraines des Sciences, Biologie Animale 1^{er} Cycle, Faculté des Sciences, boulevard des Aiguillettes, Nancy. Chèque bancaire ou C.C.P. Nancy 45-24.

SEANCES. — Les réunions ont lieu le deuxième jeudi de chaque mois, sauf vacances ou fêtes tombant ce jour, à 17 heures, Salle d'Honneur de l'Université, 13, place Carnot, Nancy.

BIBLIOTHÈQUE. — Une très riche bibliothèque scientifique est mise à la disposition des Membres. Par suite d'un accord entre la Société et la Municipalité, les ouvrages sont en dépôt à la Bibliothèque Municipale, rue Stanislas, Nancy. Les Membres ont droit d'office au prêt des ouvrages, aussi bien ceux appartenant au fonds de la Société qu'au fonds de la Ville.

Sauf en période de vacances, la Bibliothèque est ouverte tous les jours. Se renseigner près du Conservateur de la Bibliothèque Municipale.

BULLETIN. — Afin d'assurer une parution régulière du Bulletin, les Membres ayant fait une communication sont invités à remettre leur manuscrit en fin de séance au Secrétaire du Bulletin. A défaut, ces manuscrits devront être envoyés à son adresse (5, rue des Magnolias, parc Jolimont-Trinité, 54-Malzéville), dans les quinze jours suivant la séance. Passé ce délai, la publication sera ajournée à une date indéterminée.

Les corrections d'auteurs sur les épreuves du Bulletin devront obligatoirement être faites dans les huit jours suivant la réception des épreuves, faute de quoi ces corrections seront faites d'office par le Secrétaire, sans qu'il soit admis de réclamations. Les demandes de tirés à part non formulées en tête des manuscrits ne pourront être satisfaites ultérieurement.

Les clichés sont à la charge des auteurs.

Il n'y a pas de limitation de longueur ni du nombre des communications. Toutefois, les publications des travaux originaux restent subordonnées aux possibilités financières de la Société. En cas d'abondance de communications, le Conseil déciderait des modalités d'impression.

Il est précisé une nouvelle fois, en outre, que les observations, théories, opinions, émises par les Auteurs dans les publications de l'Académie et Société Lorraines des Sciences, n'impliquent pas l'approbation de notre Groupement. La responsabilité des écrits incombe à leurs Auteurs seuls.

AVIS AUX SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES

Les Sociétés et Institutions, faisant avec l'Académie et Société Lorraines des Sciences l'échange de leurs publications, sont priées de faire connaître, dès que possible éventuellement, si elles ne reçoivent plus ses bulletins. La publication ultérieure de la liste révisée des Sociétés faisant l'échange permettra aux Membres de connaître les revues reçues à la Bibliothèque et aux Correspondants de vérifier s'ils sont bien portés sur les listes d'échanges.

L'envoi des échanges doit être faite à l'adresse :

Bibliothèque de l'Académie et Sociétés Lorraines des Sciences
5, rue des Magnolias, parc Jolimont-Trinité, 54-Malzéville

87^e CONGRES
DE
L'ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR
L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NANCY
1-6 juillet 1968

COMMUNICATIONS AUX SECTIONS

- 9 GEOLOGIE**
9 bis MINERALOGIE
16 ZOOLOGIE
-

BULLETIN
de l'ACADEMIE et de la
SOCIETE LORRAINES DES SCIENCES

(Ancienne Société des Sciences de Nancy)

(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :

Laboratoire de Biologie animale, 1^{er} cycle
Faculté des Sciences, boulevard des Aiguillettes, Nancy

Section 9 Géologie

SOMMAIRE

PREDALI J.-J. et COPPENS R. : Sur les teneurs en uranium et en vanadium des schistes bitumineux du bassin d'Autun	57
AUROUZE, CLERMONT, DEMASSIEUX et LE ROUX : Structures tectoniques des terrains du Jurassique supérieur (Séquanien et Portlandien) entre Verdun (Meuse) et Joinville (Haute-Marne)	68
BAROZ F . Un cas de sédimentation séquentielle dans la Dolomie de Beaumont (Keuper Moyen) en Lorraine	73
DEMASSIEUX L. : Considérations pétrographiques, sédimentologiques et stratigraphiques sur les « Calcaires Cariés » (Portlandien-Meuse ..	78
EVEN G. et MERRY J. : Observations sur les minéraux argileux de tonsteins du Bassin Sarro-Lorrain	90

SUR LES TENEURS EN URANIUM ET EN VANADIUM DES SCHISTES BITUMEUX DU BASSIN D'AUTUN

par

J.-J. PREDALI* et R. COPPENS**

1. — Géologie du bassin

Le bassin permocarbonifère d'Autun (S.-et-L.) est situé au N.-E. du Massif Central, dans le Morvan.

La première monographie, établie par F. DELAFOND (1889) a été poursuivie par les études de P. PRUVOST (1952), R. FEYS et Ch. GREBER (1964, 1965).

Sur un socle constitué de terrains cristallins anciens, repose en discordance le Stéphanien moyen, représenté par le *terrain houiller d'Épinac*.

Au-dessus, viennent se superposer directement, car le Stéphanien supérieur est absent, les formations du Permien de 1.200 mètres de puissance.

Le Permien supérieur représenté par des grès rouges est rapporté soit au Saxonien (F. DELAFOND, 1889), soit à l'Autunien terminal (H. FALKE et R. FEYS, 1965).

Deux types de failles viennent décaler les terrains, les plus importantes agissant sur tout le Permien, les autres distribuées sur les bords du bassin et au centre.

Les formations de l'Autunien comprennent trois assises bitumeuses dont la puissance atteint au maximum quelques mètres.

2. — Prélèvements

Pendant de nombreuses années, les schistes bitumeux ont été distillés sur place pour en recueillir les hydrocarbures (production maximum de 100 l/t). De ce fait, il existe actuellement de nombreux « crassiers » dont le plus important, celui des Thélots a un tonnage voisin de 15 millions de tonnes. Le tonnage total est de l'ordre de 27,7 millions de tonnes.

Des échantillons d'une centaine de kilogrammes de schistes distillés ont été prélevés dans les principaux « crassiers ». Ils ont été

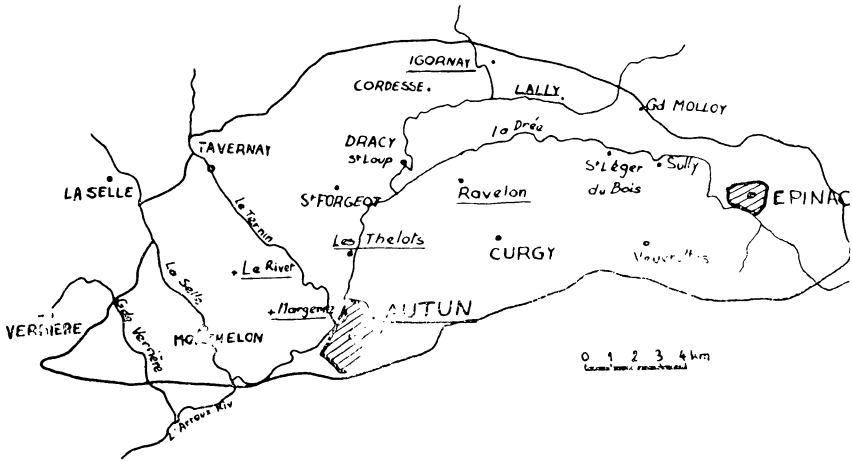


Fig. 1

Limites du Bassin d'Autun - Epinac
et lieu de prise d'échantillons

broyés et quartés, afin de permettre les dosages de vanadium et d'uranium. Les lieux de prélèvements sont indiqués sur la carte de la figure 1.

3. — Teneur en uranium

La teneur en uranium des schistes bitumineux a été déterminée par la méthode classique de la fluorimétrie. Ces teneurs sont relativement fortes (tableau 1) et peuvent atteindre près de 50 ppm.

Cette valeur est cependant exceptionnelle et l'histogramme (fig. 2) présente un mode très net entre 15 et 20 ppm.

La moyenne générale des teneurs en uranium est de 20,42 ppm. Cette teneur, anormale pour des roches sédimentaires, correspond

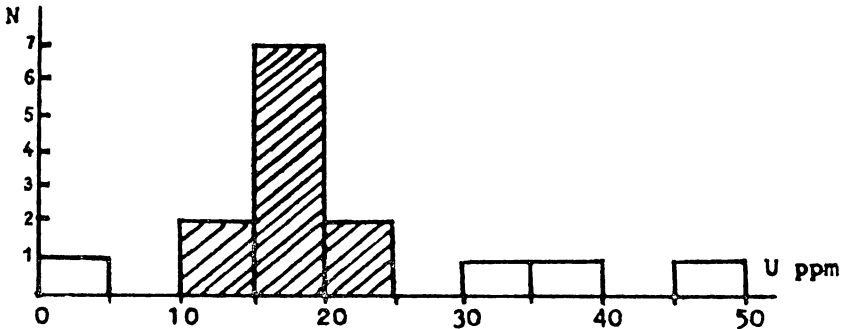


Fig. 2

aux observations faites par de nombreux chercheurs. Les formations schisteuses de Eagle Ford, aux États-Unis d'Amérique ont une teneur de l'ordre de 10 ppm mais les schistes de Chattanooga (BROWN, 1955) contenant 20 % de matières organiques et donnant par distillation 15 à 60 litres de pétrole brut par tonne ont une teneur moyenne en uranium de 70 ppm.

On admet que l'élévation de la teneur en uranium des schistes bitumineux est liée à la présence de matières organiques. Bien que l'unanimité soit loin d'être faite sur l'origine de la rétention de l'uranium, on pense que cet élément se trouve sous forme d'humates d'uranyle ou d'autres combinaisons urano-organiques, qu'il a été absorbé, ou qu'il se trouve sous forme de minéraux exprimés (oxydes, en particulier) (ROJKOVA, 1958).

Les schistes d'Autun, bien que leur teneur en uranium soit inférieure à ceux de Chattanooga peuvent constituer une importante réserve d'uranium. En admettant pour les crassiers, une masse de $27,7 \cdot 10^6$ tonnes, on peut calculer qu'ils renferment $20 \cdot 10^{-7} \times 27,7 \cdot 10^6 = 554$ tonnes d'uranium métal.

Des essais de lixiviation de cet uranium par une solution chlorhydrique — ont donné les résultats suivants :

Teneur en uranium (ppm)

<i>N° de l'échantillon</i>	<i>avant lixiviation</i>	<i>après lixiviation</i>	<i>enlevée</i>	
1	31,5	12,9	18,6	59 %
10	22,3	11,5	10,8	48 %

On voit donc qu'un tel traitement enlève environ 50 % de l'uranium des schistes et qu'il est facile de retirer 275 tonnes d'uranium-métal des crassiers de la région d'Autun. L'étude de la lixiviation de leur uranium mérite donc une étude particulière.

4. — Autoradiographie α

Cette étude a d'abord été faite sur lame mince taillée perpendiculairement aux plans de schistosité. L'autoradiographie montre une radioactivité α dispersée mais très régulière. Il n'existe ni inclusions, ni amas particuliers. L'existence de minéraux exprimés, en particulier d'oxydes d'uranium, se trouve donc exclue.

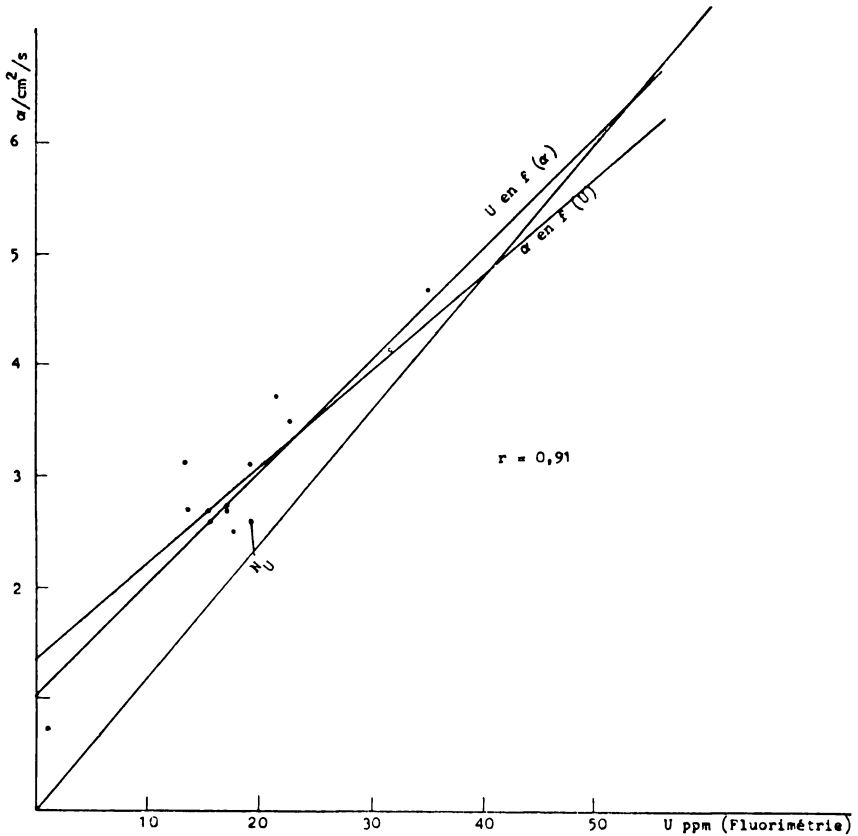


Fig. 3

L'examen s'est fait ensuite sur les échantillons pulvérisés. Dans ce cas non plus, il n'a jamais été possible de repérer des amas particuliers de trajectoires α ce qui confirme l'observation précédente relative à l'inexistence de minéraux uranifères.

Les nombres de rayons α émis par centimètre-carré et par seconde donnent une idée de la radioactivité. Les rayons α comptés représentent ceux émis par la famille de l'uranium et par celle du thorium.

Le coefficient d'absorption des schistes a été calculé en tenant compte de sa composition et surtout de sa forte teneur en matières organiques. Celle-ci est formée de carbone, d'oxygène et d'hydrogène, c'est-à-dire, d'éléments de faibles poids atomiques et par conséquent, de faible pouvoir d'arrêt. Ce coefficient a été pris égal à 13.

En tenant compte de ce coefficient et du nombre d' α émis par centimètre-carré et par seconde, il a été possible de calculer la teneur en équivalent-uranium, c'est-à-dire, la teneur en uranium qui existerait si les rayons α étaient tous émis par cet élément.

Les formules employées sont celles proposées par l'un des auteurs (COPPENS, 1949). Les résultats sont donnés dans le tableau 1.

On constate qu'il existe une relation assez nette entre le nombre d' $\alpha/cm^2/s$ et la teneur en uranium (fig. 3). Les points sont à peu près alignés et le coefficient de corrélation atteint 0,91 pour les quinze échantillons examinés. Si les points étaient parfaitement alignés cela voudrait dire que la teneur en thorium est proportionnelle à la teneur en uranium.

Il est possible de calculer le nombre d' α émis par l'uranium, par $N_U = 9,2 \times 13 U \cdot 10^{-6}$ (U en ppm) soit $N_U = 11,96 U \cdot 10^{-5}$.

Ce nombre N_U enlevé du nombre total N (U + Th) obtenu par les émulsions nucléaires donne le nombre N_{Th} des α dûs au thorium. La teneur en thorium (Th) est ensuite obtenue par l'équation $N_{Th} = 2,8 \times 13 \times Th \cdot 10^{-6}$ soit :

$$N_{Th} = 36,4 \cdot 10^{-6} Th \quad Th = \frac{N_{Th}}{36,4} \cdot 10^{+6}$$

TABLEAU n° 1

N ^{os} des échantil.	Teneurs en ppm				Th/U	Teneurs en V (ppm)	Observations
	U fluorium	N $\alpha/\text{cm}^2/\text{s.}$	éq. U	Th calculé			
1	31,50	4,13 10 ⁻³	34,50	10,20	0,32	58	aberrant (cendres)
2	35,10	4,66 —	38,90	13,20	0,37	90	
3	19,20	3,11 —	26,00	22,50	1,17	112	
4	47,30	4,70 —	39,30	0	0	57	
5	1,10	0,76 —	6,35	17,30	15,80	30	
6	17,10	2,73 —	22,80	18,90	1,10	91	
7	13,60	2,69 —	22,50	29,40	2,10	99	
8	17,70	2,48 —	20,70	10,20	0,57	77	
9	15,50	2,60 —	21,70	20,60	1,30	118	
10	22,30	3,49 —	29,20	22,80	1,00	108	
11	21,30	3,69 —	30,80	31,60	1,40	136	
12	15,70	2,68 —	22,40	22,20	1,40	89	
13	13,10	3,16 —	26,40	43,90	3,30	122	
14	17,10	2,73 —	22,80	18,90	1,10	118	
15	18,80	2,60 —	21,70	9,61	0,50	105	
lame mince	—	1,93 —					
Moyennes	20,42		29,54	25,18		94,00 98,57	(sans le 5)

Les résultats sont donnés dans le tableau 1. On voit que la teneur en uranium est variable et va de 0 à 47 ppm. La majeure partie se situant aux environs de 15 à 25 ppm.

Ces résultats sont visibles sur la figure 3 sur laquelle on a tracé la droite donnant le nombre N_U de rayons α émis par l'uranium. La distance verticale entre un point représentatif et cette droite représente le nombre d' α émis par le thorium. On voit qu'il n'y a pas proportionnalité mais que la teneur en thorium (mesurée par la distance verticale entre la droite de N totaux et celle des N_U) diminue lorsque la teneur en uranium augmente. Pour la majorité des échantillons (teneur en uranium voisine de 20 ppm) la teneur en thorium varie de 20 à 25 ppm.

Cette teneur nous semblant particulièrement élevée, nous avons déterminé la teneur en thorium d'un échantillon par spectrométrie γ (RICHARD, 1967). La teneur trouvée est de 27 ppm ce qui s'inscrit tout à fait dans les limites des valeurs trouvées.

5. — Teneur en vanadium

H. FALKES (1958), donne les analyses chimiques de divers schistes bitumineux, avant la cuisson, il trouve 0,017 % de V_2O_3 pour la grande couche de SURMOULIN.

Nous avons dosé systématiquement le vanadium des échantillons de schistes distillés. La méthode utilisée au phosphotungstène est une application de celle décrite par G. CHARLOT (1961), et M. PINTA (1962). Le dosage est fait par colorimétrie.

Les schistes bitumineux examinés contiennent entre 58 et 136 ppm de vanadium. La teneur moyenne est de l'ordre de 98 ppm (en négligeant l'échantillon 5 qui n'est pas un schiste mais une cendre).

On suppose que le vanadium apparaît dans les schistes bitumineux sous deux formes. Il peut être d'une part, incorporé au bitume et d'autre part, lié d'une façon inconnue (HAMMES, 1935). Dans le houiller de Moscou, les argiles peuvent contenir 0,52 % de V_2O_5 mais la teneur croît au voisinage des couches de houille ce qui permet de penser que le vanadium des argiles proviendrait de la houille. Son origine devrait être recherchée dans les plantes qui l'ont formée ou dans les solutions d'hydrocarbure qui ont précipité les solutions vanadifères.

L'association vanadium et matières organiques a d'ailleurs été souvent remarquée et de nombreuses roches carbonées (lignite, charbons, schistes noirs) contiennent des quantités appréciables de vana-

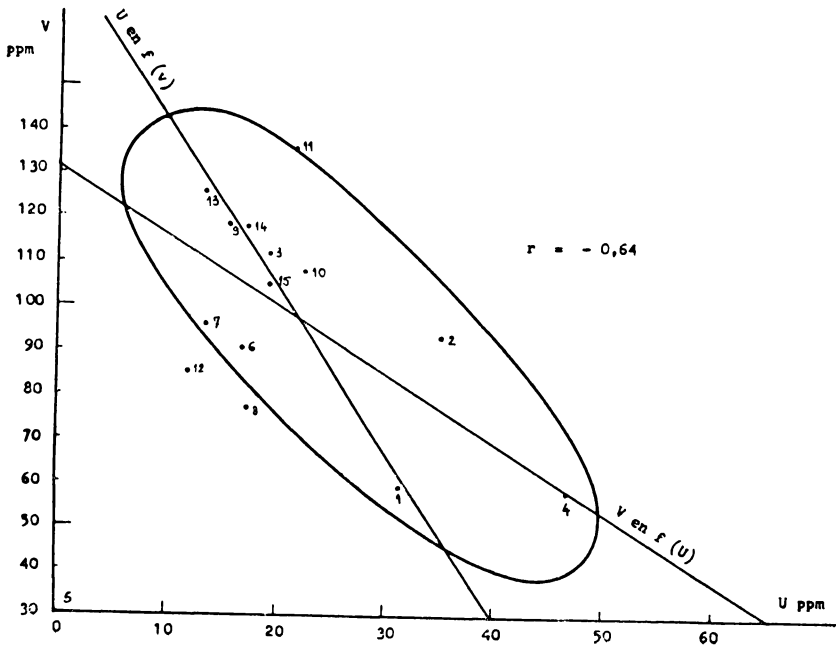
dium. A titre d'exemple, nous citons les lignites du Dakota 0,07 % soit 700 ppm (KING, 1955), les schistes du Chattanooga de 0,001 à 0,1 % soit de 10 à 1 000 ppm (BROWN, 1955).

RANKAMA et SAHAMA (1950), ont remarqué que le pourcentage de vanadium des roches biochimiques dépendait de leur teneur en porphyrine. Le vanadium serait donc à l'intérieur des complexes porphyriniques.

Par ailleurs, l'association uranium-vanadium apparaît dans de nombreuses publications. Lorsque les teneurs sont assez fortes et les conditions physico-chimiques favorables, cette association peut apparaître sous la forme de composés vanado-uranifères tel que la carnotite $K_2O, 2 UO_3, V_2O_5, 2 H_2O$. Ce n'est pas le cas des schistes d'Autun qui ne présentent aucune concentration uraniumifère.

Des essais de corrélation entre uranium et vanadium ont été tentés souvent sans résultat (BROWN, 1955 - SHAW, 1955). Par contre, РОЖКОВА et al. (1958), relie assez faiblement les deux éléments par l'intermédiaire des matières organiques. MASURSKY (1955) donne un graphique sans commentaires mais sur lequel on peut remarquer

Fig. 4



une corrélation positive et assez nette entre uranium et vanadium. CHANTRET et POUGET (1961), étudiant les schistes de l'Hérault ne trouvent aucune relation entre ces éléments, l'uranium variant très largement et le vanadium restant remarquablement constant.

L'uranium pouvant être comme le vanadium lié aux matières organiques, nous avons également recherché une éventuelle corrélation entre ces deux éléments. Le graphique (fig. 4) montre (en négligeant l'échantillon 3), une corrélation négative assez nette puisque le coefficient de corrélation est $r = 0,64$ pour quatorze échantillons.

D'après un certain nombre d'auteurs, l'uranium tendrait à s'associer aux substances organiques humiques (VINE et AL, 1958 - MANSKAYA et AL, 1958), et fuirait les substances organiques sapropiliques y compris les hydrocarbures (BELL, 1960 et 1963).

Il est donc possible que l'uranium et le vanadium soient liés à des matières organiques différentes ou tout simplement à des matières différentes. Comme le volume des « impuretés » reste à peu près constant, l'augmentation de l'une d'elle correspond à la diminution de l'autre. L'uranium et le vanadium suivraient ces variations et donneraient la corrélation négative observée. Il ne s'agirait, en ce cas que d'une fausse corrélation.

RESUME

Le bassin d'Autun est constitué de formations du Stéphanien et du Permien reposant en discordance sur un socle composé de terrains cristallins anciens. Les terrains permieniens contiennent trois assises bitumineuses distillées autrefois pour en recueillir les hydrocarbures.

Les échantillons étudiés proviennent de ces schistes traités qui forment d'importants crassiers représentant un tonnage total voisin de trente millions de tonnes.

La teneur en uranium de ces schistes varie de 5 à 50 ppm avec une moyenne de 20 ppm. Un échantillon choisi au hasard contient environ 27 ppm de thorium.

La répartition de la radioactivité est diffuse et régulière. Il n'y a pas d'inclusions radioactives ni de concentrations particulières.

Un lessivage de cet uranium par une solution chlorhydrique N/10 enlève environ 50 % de l'uranium. Il est donc facile de retirer de ces schistes 275 tonnes d'uranium métal.

La numération des trajectoires α (Uranium et Thorium) obtenues par autoradiographie donne des valeurs qui s'accordent assez bien avec les mesures fluorimétriques (coefficient de corrélation $r = 0,91$ pour 15 échantillons). La teneur en thorium (qui est en moyenne de 25 ppm) diminue lorsque la teneur en uranium augmente.

Les teneurs en vanadium vont de 30 à 136 p.p.m. Elles varient en raison inverse des teneurs en uranium ($r = - 0,64$ pour 14 échantillons).

On peut penser que l'uranium et le vanadium sont liés à des impuretés différentes. Comme la proportion totale de ces impuretés est à peu près constante, l'augmentation de l'une d'elle correspond à une diminution de l'autre. Il ne s'agit donc que d'une fausse corrélation entre l'uranium et le vanadium.

BIBLIOGRAPHIE

- BELL (K.-G.). — Uranium and other trace elements in petroleum and rocks asphalts. Geol. Surv. U.S. Washington Prof., paper n° 356 B, pp. 45-64.
- BROWN (3.). — L'uranium dans le schiste de Chattanooga du Tennessee oriental. Genève, 1955, « Actes de la Conf. Intern. sur l'Util. de l'Energ. at. à des fins pacif. » Nations-Unies, vol. VI, P/53, séance 6 B, pp. 499-505.
- CHANTRET (F.) et POUGET (R.). — Etude préliminaire des relations Uranium-Matières organiques dans le gisement de l'Hérault. Rapport C.E.A. 2063, 1961, série violette.
- CHARLOT (G.). — Les méthodes de la chimie analytique. Paris, 1961, Masson et Cie, éd., pp. 965-966.
- CCPPENS (R.). — Etude de la radioactivité de quelques roches par l'émulsion photographique. Paris, 1949, Masson et Cie, éd., Fac. des Sciences, Thèse Dr. ès Ss. Phys. Paru dans « Bull. Soc. franç. Min. Crist., tome LXXIII, n°s 4 à 6, 1950, pp. 217-321 ».
- DELAFOND (F.). — Bassin houiller et Permien d'Autun et d'Epinac. Fasc. I. Stratigraphie. Gîtes minéraux. Paris, 1889.
- FALKE (H.) et FEYS (R.). — Les schistes bitumineux du bassin d'Autun. « *Eclodgeo. Helv.* », t. 51, n° 3, pp. 623-634, 1958. Traduction B.R.G.M., n° 2718.
- FALKE (H.) et FEYS (R.). — Il n'y a pas de véritables grès rouges ni de Saxonien dans le Permien du bassin d'Autun. Bull. Serv. Carte Géol. France, 1965.
- FEYS (R.) et BARRABE. — Géologie du charbon.
- FEYS (R.) et GREBER (Ch.). — Répartition du Permien en France. B.R.G.M., DS 65 A 86, 1965.
- FEYS (R.) et GREBER (Ch.). — V^e Congrès de Stratigraphie du Carbonifère. 9-12 septembre 1963. Compte rendu, 1964, pp. 45-51.
- HAMMES (L.). — Contribution à l'étude technique et économique des gisements de Vanadium. D.E.S., 1935.
- KING (J.-W.). — Les lignites uranifères à haute teneur du comté de Harding (Dakota méridional). Genève, 1955, « Actes de la Conf. Intern. sur l'Util. de l'Energ. at. à des fins pacif. » Nations-Unies, vol. VI, mémoire P/286, pp. 538-548.
- MANSKAYA (S.-V.), et al. — Binding of Uranium by humic Acids and Melanoidis. J. Geochem., 4, 20-23 (1956).
- MASURSKY (H.). — Eléments présents à l'état de traces dans le charbon du Red Desert (Wyoming). Genève, 1955, « Actes de la Conf. Intern. sur l'Util. de l'Energ. at. à des fins pacif. » Nations-Unies, vol. VI, mémoire P/56, pp. 521-527.

- FINIA (M.). — Recherche et dosage des éléments en traces. Paris, 1962, Dunod éd., pp. 162.
- PRUVOST (P.). — Etude géologique du bassin permocarbonifère d'Autun. Rapport inédit, 20 août 1942.
- PRUVOST (P.). — Notes sur la genèse des schistes bitumineux. Rapport inédit.
- RANKAMA (K.) et SAHAMA (Th.-G.). — Geochemistry. Chicago, 1950, The University of Chicago Press, in-4°, 912 p.
- RICHARD (P.). — Détermination de la teneur en potassium et en thorium dans les roches par spectrométrie gamma. Université de Nancy, Fac. des Sc., Centre de Rech. Radiogéol., 1967, mémoire D.E.S. Sc. Phys., 62 p. dactyl.
- ROZHKOVA (E.-V.) et al. — Uranium Concentration in Sedimentary Rocks by Sorption. Genève, 1958, Second United Nations Intern. Conf. on the Peaceful Uses of At. Energy, vol. 2, mémoire P/2059, pp. 420-431.
- SHAWE (D.-R.). — Gisements en rouleaux et genèse des dépôts d'uranium-vanadium du Plateau du Colorado. Genève, 1955, « Actes de la Conf. Intern. sur l'Util. de l'Energ. at. à des fins pacif. », Nations-Unies, vol. VI, mémoire P/36, pp. 333-335.
- VINE (J.-D.) et al. — Role of Humic Acids in the Geochemistry of Uranium. Genève, 1958, Second United Nations Intern. Conf. of the Peaceful Uses of At. Energy, vol. 2, mémoire P/779, pp. 187-191.
- Anonyme. — Uranium and others metals in aride soils. Geol. Survey n° 1100.

* *Centre de Valorisation des Minerais*

** *Centre de Recherches Radiologiques
(Ecole Nat. Sup. de Géol. Appliquée
et de Prospect. Minière BP 452,
54 Nancy-01).*

STRUCTURES TECTONIQUES DES TERRAINS DU JURASSIQUE SUPERIEUR (SEQUANIEN A PORTLANDIEN) ENTRE VERDUN (MEUSE) ET JOINVILLE (HAUTE-MARNE)

par

J. AUROUZE, J. CLERMONTE, L. DEMASSIEUX et J. LE ROUX

La carte annexée résume les levés structuraux effectués depuis plusieurs années par le Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Nancy, sur les formations du Jurassique supérieur de l'Est du Bassin de Paris et principalement du département de la Meuse.

Les levés s'étagent depuis le toit du « Rauracien »* jusqu'au sommet du Portlandien, et ont été rendus possibles grâce à la présence de niveaux-repères lithologiques facilement visibles sur le terrain. Pour faciliter la lecture de la carte, nous avons groupé certains de ces niveaux, ne gardant que ceux qui nous ont semblé les plus représentatifs. Ces horizons-repères sont désignés par des initiales en légende. Nous en donnons ici la liste complète avec la traduction des initiales utilisées ; de la base au sommet :

« RAURACIEN »	toit du Rauracien	R
« SEQUANIEN »	toit de « l'oolithe de la Mothe » toit du Séquanien	om
KIMMERIGDIEN	toit des « calcaires à ptérocères » toit des « calcaires inférieurs »	K
« PORTLANDIEN »	mur du Portlandien « pierre châline » mur des « calcaires cariés » toit de « l'oolithe vacuolaire »	P pc cc ov

La partie supérieure de la carte, au Nord d'une ligne Brillon-en-Barrois, Ligny-en-Barrois, Ménil-la-Horgne, se présente en grand comme une structure monoclinale à pente Ouest et de direction N 170 E. Cependant, on note quelques ondulations à caractère anti-

* Pour des raisons de commodité, de compréhension, les anciennes coupures d'étages des cartes géologiques françaises sont encore employées ici.

clinal ou synclinal (que nous désignerons par « anticlinal » ou « synclinal » par mesure de simplification). Du Nord au Sud, nous rencontrons :

— un « anticlinal » d'axe N 75 E passant par Chaumont-sur-Aire. Cette ondulation prend naissance trois km à l'ENE de cette localité et se poursuit hors de la carte ;

— un « anticlinal » d'axe N 70 E passant au Sud de Bar-le-Duc ; il naît à vingt km à l'ENE de Bar-le-Duc et se poursuit hors de la carte ;

— un « anticlinal » d'axe N 65 E passant entre Lérrouville et Commercy ; naissance hors de la carte vers l'ENE ; terminaison vers Loxéville.

Le Sud de la carte est occupé par un « synclinal » passant par Trévéray et dont l'axe, orienté N 90 E vers l'Ouest, s'infléchit et tend vers une direction N 65 E en allant vers Void. Il disparaît, hors des limites de la carte, vingt km à l'Ouest de Trévéray, vers Savonnières-en-Perthois.

Ces structures sont en outre affectées par un certain nombre de failles que nous rangerons en deux grands groupes :

— les failles « associées », les plus nombreuses, dont la direction est comprise entre N 45 E au Nord et N 70 E au Sud, donc approximativement parallèles à l'allongement des structures. Leur rejet vertical est très faible, inférieur à dix mètres.

— les failles transverses, beaucoup plus rares, de direction N 45 E à N 155 E recouper les structures et les failles précédentes ; elles sont responsables en particulier du fossé de Gondrecourt. Leur rejet est important, atteignant quarante mètres.

Le premier enseignement tiré de cette carte est la mise en relief d'un comportement tectonique différencié pour chacune des unités lithologiques.

Le « PORTLANDIEN » (P, pc, cc, ov), puissante formation d'une centaine de mètres de calcaires lithographiques en gros bancs, est un ensemble compétent, ce qui se traduit sur notre carte, soit par une tendance aux déformations à vaste rayon de courbure, très régulières, soit par des cassures brutales lorsque les efforts tectoniques deviennent trop considérables. Prenons pour exemple dans le premier cas le « synclinal » de Trévéray, dans le second la région faillée de Fains-les-Sources - Bar-le-Duc. Le Portlandien cependant possède

des aptitudes singulières au plissement, telle la ride synclinale de l'Est de Ménil-la-Horgne. Remarquons toutefois la régularité de l'évolution de la structure qui, monoclinale à l'Est de Ligny-en-Barrois, se pince progressivement vers Ménil-la-Horgne.

Le KIMMERIDGIEN (K), à l'inverse, est un ensemble incompetent formé d'une centaine de mètres de marnes et argiles comprenant quelques niveaux calcaires. Cette formation plastique donne lieu à des surfaces structurales souvent très irrégulières et ondulées qui contrastent avec la régularité des surfaces du Portlandien. Les courbes levées sur ces niveaux, dans la région de Souilly (N de la carte) sont très significatives à ce sujet. Une autre conséquence est le « bourrage » ou l'étirement que l'on peut constater dans certaines régions charnières : par exemple l'ensemble constitué par les « marnes inférieures » et les « calcaires inférieurs » (niveaux moyens du Kimméridgien) passe de trente mètres, épaisseur moyenne, à vingt mètres au NE de Ménil-la-Horgne et à trente-cinq ou quarante au SE. Il s'ensuit une disharmonie entre les courbes levées sur ces niveaux et celles levées sur les niveaux supérieurs ou inférieurs, ce qui rend souvent les corrélations délicates à plus grande échelle.

Le « SEQUANIEN » (K, om, R) est calcaire au sommet : soixante à soixante-dix mètres de calcaires variés se débitant le plus souvent en petites plaquettes. Il est marno-calcaire à la base. Son comportement tectonique est intermédiaire : il se faille plus volontiers que le Kimméridgien mais ses surfaces structurales sont beaucoup plus irrégulières que celles du Portlandien.

La deuxième constatation qui s'impose est l'absence d'axes tectoniques traversant la partie Nord de notre carte. Ceux-ci disparaissent le long d'une ligne brisée passant par Ménil-la-Horgne, Loxéville, Courouvre, Souilly. Ceci semble donc infirmer les hypothèses sur la continuité des axes de plissement dans le Bassin de Paris formulées par BERTRAND (1892) et reprises par JOLY (1911), CORROY (1925), LEMOINE (1939). Il faut cependant remarquer que « l'anticlinal » de Commercy et le « synclinal » de Tréveray sont continus jusque dans la région de Pont-à-Mousson, soit sur une distance de cinquante km pour le premier, soixante-dix km pour le deuxième. Rappelons que ces deux ondulations disparaissent vers le SSW, la première à Loxéville, la seconde vers Savonnières-en-Perthois. Il ne nous semble donc pas possible d'admettre une continuité des ondulations à l'échelle du Bassin de Paris. La carte que nous présentons milite en faveur d'axes qui s'énnoient rapidement en se relayant, donnant aux surfaces structurales une allure en « plis de drap ».

En conclusion, nous dirons qu'il est difficile, au stade actuel de nos études, de faire une synthèse de tous ces éléments. Cependant, nous sommes conduits à penser que les traits principaux de la structure (ondulations et failles associées) pourraient être dus à des rejeux du socle hercynien ; cette structure aurait été postérieurement affectée par des accidents de direction rhénane.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTRAND M. (1892). — Sur la continuité du phénomène de plissement dans le Bassin de Paris. *Extr. Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^e série, tome XX, page 118.
- BERTRAND M. (1894). Lignes directrices de la géologie de la France. *Rev. générale des Sci. pures et appliquées*, 5^e année, n^o 18, septembre 1894.
- CLERMONTE J. (1965). Sur le prolongement vers le Nord du fossé tectonique de Gondrecourt-le-Château (Meuse). *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, fasc. 5, p. 175.
- CLERMONTE J. (1966). — Etude géologique et hydrogéologique dans la région du fossé tectonique de Gondrecourt-le-Château (Meuse). D.E.S. Sci. Nat. Nancy.
- CORROY G. (1925). Le Néocomien de la bordure orientale du Bassin de Paris. Thèse, 3 mars 1925, Nancy, Imprimerie J. Coubé et Fils.
- DEMASSIEUX L. (1966). Etude géologique et hydrologique des environs de Bar-le-Duc (Meuse). D.E.S. Sci. Nat. Nancy, 16 février 1966.
- JCLY H. 1908). Etudes géologiques sur le Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du Bassin de Paris. Thèse, Nancy, imprimerie Albert Barbier.
- JOLY J. (1911). — Géographie physique de la Lorraine et de ses enveloppes. Nancy, Albert Barbier, imp. éditeur.
- LEMOINE P. (1939). — Les forages profonds du Bassin de Paris. *Extr. Mem. Mus. Hist. Nat.*, nouvelle série, tome XI.
- LE ROUX J. (1967). — Etude géologique et hydrogéologique du Séquanien de la vallée de l'Aire, en amont de Chaumont-sur-Aire (Meuse). Thèse de spécialité, Nancy, 22 novembre 1967.
- NICKLES R., JOLY H. (1907). Sur la tectonique des terrains sédimentaires de Meurthe-et-Moselle. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris, t. VII, n^o 4, pp. 293-306.

UN CAS DE SEDIMENTATION SEQUENTIELLE DANS LA DOLOMIE DE BEAUMONT (KEUPER MOYEN) EN LORRAINE

par

F. BAROZ

La Dolomie de Beaumont, dont la puissance moyenne est de 8 mètres, forme des bancs réguliers d'épaisseur très variable dans la partie terminale du Keuper moyen en Lorraine. C'est une roche cryptocristalline dure caractérisée par un rapport Ca/Mg compris entre 1,7 et 2. Les éléments détritiques y sont très peu abondants. A l'affleurement, des niveaux bréchiques plus calcaires témoignent de la présence en profondeur de masses lenticulaires d'anhydrite parfois importantes.

Les bonnes coupes dans la Dolomie de Beaumont sont très rares mais la carotte du sondage de Metz nous a permis de réaliser une étude séquentielle détaillée.

La coupe lithologique est la suivante :

— de 149,10 à 148,58 : une dolomie gris-rougeâtre.

Elle s'individualise progressivement au-dessus des Marnes irisées intermédiaires. Tout d'abord, la roche a l'aspect d'une brèche en raison des nombreuses lentilles et passées d'argile rouge contenant des sulfates et des quartz détritiques. Ces enclaves qui prolongent le faciès des Marnes irisées deviennent de plus en plus rares dans la partie supérieure de la dolomie gris-rougeâtre, alors essentiellement formée par des petits cristaux de dolomite réunis par une matrice argileuse d'illite.

— de 148,58 m à 147,82 m : Un banc d'anhydrite massive. L'anhydrite est formée par des petits cristaux exprimant dans leur forme extérieure des angles droits et elle est localement affectée par des phénomènes de recristallisation et de gypsification. La dolomite n'y forme plus que de minces films sinueux. Si la base du banc d'anhydrite, soulignée par une dernière passée d'argile rouge, est bien marquée, son sommet au contraire est caractérisé par un passage progressif se traduisant par l'apparition de nodules d'anhydrite, d'abord jointifs, puis de plus en plus dispersés dans la dolomie. Ce phénomène se répète quatre fois, sur une épaisseur de 26 cm, dans la partie terminale du banc d'anhydrite.

— de 147,82 m à 146,50 m : une dolomie beige-clair.

Elle est caractérisée par un rubanement qui, d'abord grossier à sa base, devient de plus en plus fin vers son sommet ; il est dû à l'alternance de plusieurs types de dolomie, qui sont :

- la dolomie pure de type D_1 .

Elle est constituée

- par des éléments chimiques : cristaux de dolomite de 20μ
- par des éléments détritiques : illite très rare et grains de quartz de 60 à 100μ .
- la dolomie argileuse de type D_2

Elle est constituée

- par des éléments chimiques : cristaux de dolomite de 10μ
- par des éléments détritiques : illite abondante ;
- la dolomie très argileuse de type D_3

Elle est constituée

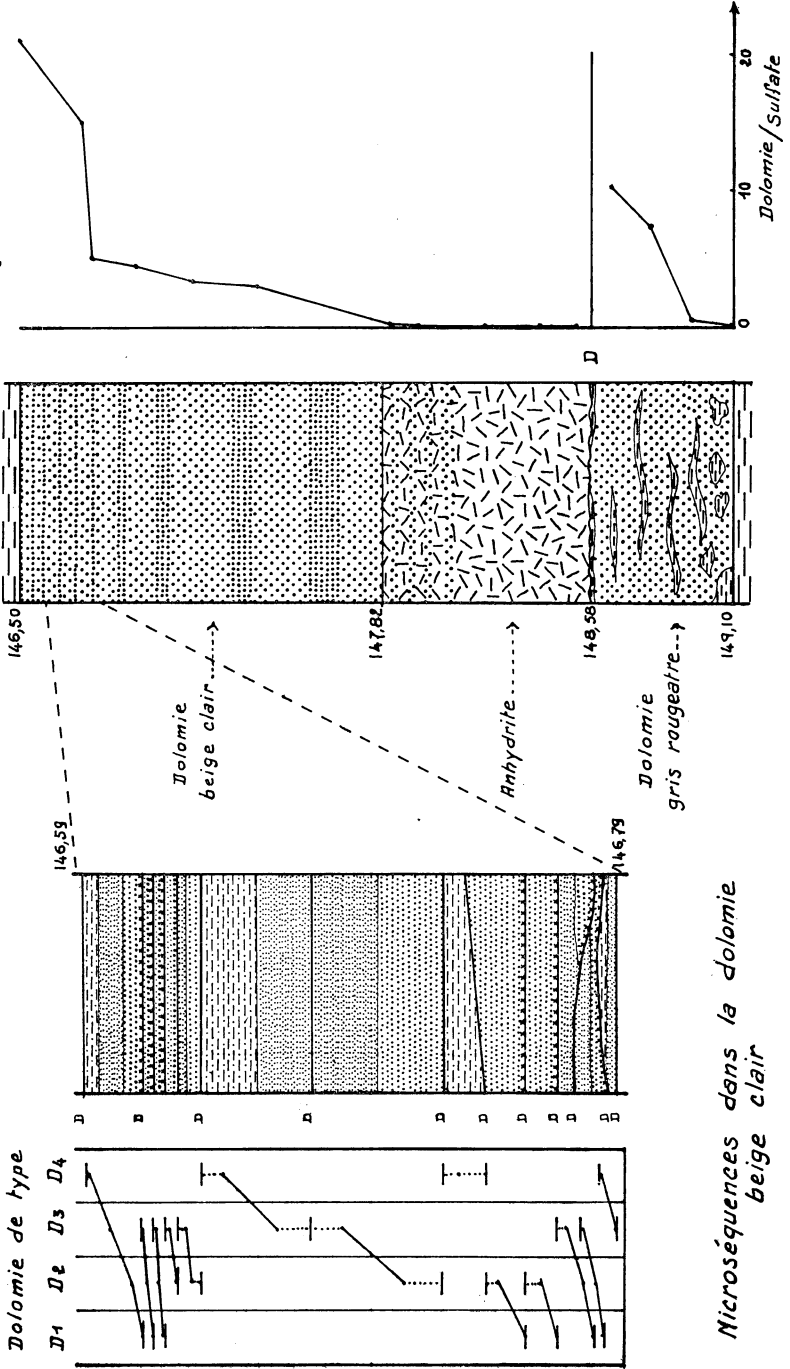
- par des éléments chimiques : cristaux de dolomite de 6μ
- par des éléments détritiques : illite très abondante ;
- la dolomie extrêmement argileuse de type D_4

Elle est constituée

- Par des éléments chimiques : cristaux de dolomite très petits, cristaux de gypse et d'anhydrite formant des nodules ou de grands cristaux aciculaires
- par des éléments détritiques : illite extrêmement abondante.

Un examen détaillé de la dolomie beige-clair rubanée nous a permis de constater que la répétition de ces différents types de dolomie relevait d'une organisation séquentielle. Dans le cas de la micro-séquence type formée de bas en haut par les dolomies D_1 , D_2 , D_3 et D_4 , le diastème se situe au sommet de la dolomie D_4 et met en contact cette dernière avec la dolomie D_1 . Ces microséquences qui sont assez rarement complètes présentent le caractère d'être positives à la fois pour les éléments détritiques et pour les éléments chimiques. En effet les cristaux de dolomite, bien formés à la base de la microséquence, deviennent de plus en plus petits vers son sommet où ils sont associés à de l'anhydrite et du gypse. De même, les éléments détritiques sont

Macroséquences chimiques dans la Dolomie de Beaumont



Microséquences dans la dolomie beige clair

d'abord représentés par leur fraction la plus lourde : les grains de quartz, et ensuite par leur fraction la plus légère : l'illite. Nous remarquons que ces microséquences chimiques et détritiques se superposent exactement puisque leurs diastèmes sont communs. Ces microséquences, qui sont déjà très incomplètes dans la partie inférieure de la dolomie beige-clair, n'ont pu être observées dans le banc d'anhydrite et dans la dolomie gris-rougeâtre.

En raison du caractère extrêmement tranché de la limite dolomie gris-rougeâtre — banc d'anhydrite, caractère que les conditions de sédimentation normale ne peuvent expliquer, nous avons été amenés à lui attribuer la valeur de diastème et à envisager l'existence de macroséquences. Si, comme pour les microséquences, nous considérons séparément les éléments d'origine chimique et ceux d'origine détritique, nous pouvons individualiser au-dessus de ce diastème une macroséquence chimique négative. En effet, au terme de base formé par le banc d'anhydrite succède progressivement la dolomie beige-clair. Son caractère négatif est d'ailleurs souligné par la présence des quatre récurrences sulfatées observées au sommet du banc d'anhydrite. De même, les variations du rapport Dolomite/Sulfate permettent de mettre en évidence graphiquement une autre macroséquence chimique présentant le même caractère négatif dans la dolomie gris-rougeâtre.

Pour les éléments détritiques, il ne nous a pas été possible d'établir l'existence de macroséquence en raison de leur faible variété et du rôle très secondaire qu'ils jouent dans un tel type de sédimentation.

Toutes ces observations peuvent s'interpréter dans l'hypothèse d'un bassin n'ayant que des relations intermittentes avec le milieu extérieur marin. Le diastème suivi du dépôt de l'anhydrite massive implique un isolement brutal du bassin qui a pour conséquence d'augmenter rapidement la concentration des eaux mères jusqu'à une valeur permettant l'établissement d'une sédimentation sulfatée. L'isolement du bassin se trouvant rompu, à la suite d'un afflux d'eau, la précipitation des carbonates redevient prépondérante. Au sommet de la dolomie de Beaumont, lorsque le milieu est relativement dilué et les éléments détritiques plus rares, des microséquences apparaissent en révélant le mécanisme élémentaire de cette sédimentation.

Cette étude nous a permis de mettre en évidence un mode de dépôt séquentiel dans la Dolomie de Beaumont, avec deux séries de microséquences positives formées, l'une d'éléments d'origine chimique, l'autre d'éléments d'origine détritique. Ces microséquences s'intègrent dans une macroséquence chimique négative.

Si, au niveau des microséquences, nous avons pu montrer que les phases chimiques et détritiques se superposaient exactement, le problème de la coordination de ces deux phases au niveau des macroséquences n'a pu être résolu dans le cas de cette sédimentation essentiellement chimique.

*Laboratoire de Géologie
Faculté des Sciences
de Nancy*

**CONSIDERATIONS
PETROGRAPHIQUES, SEDIMENTOLOGIQUES
ET STRATIGRAPHIQUES
SUR LES « CALCAIRES CARIÉS » (PORTLANDIEN-MEUSE)**

par

L. DEMASSIEUX

Dans l'ensemble de cet exposé, l'ancienne nomenclature française sera conservée à titre transitoire : je fais débiter le « Portlandien » avec la zone à *Gravesia*, suivant en cela l'opinion de HAUG (6), l'une des propositions d'ENAY (5), enfin et surtout l'usage qui s'est établi dans l'Est du Bassin de Paris, le Kimméridgien se terminant par la zone à *Aulacostephanus pseudomutabilis* (Lor.)

Une série type du Portlandien ferait apparaître la superposition, de haut en bas, des lithofaciès suivants :

- 10 — *Dolomies verdâtres supérieures* :
dolomies, calcarénites, calcaires gréseux, marnes à strontianite ;
- 9 — *Oolithe vacuaire* :
calcaires oolithiques, lumachelles ;
- 8 — *Dolomies inférieures* :
dolomies massives, dolomies bréchiqes, dolarénites,
calcaires dolomitiques, calcarénites ;
- 7 — *Calcaire tubuleux* :
calcaires lithographiques parfois oolithiques, tubuleux ;
- 6 — *Calcaires tachetés* :
calcaires argileux, lithographiques, fossilifères.
- 5 — *Calcaires cariés* :
calcaires lithographiques perforés, lumachelles, calcaré-
nites granoclassées, dolomies, calcaires dolomitiques ;
- 4 — « *Oolithe de Bure* » :
calcarénites oolithiques, calcarénites à entroques ;

3 — *Calcaires à débris* :

calcarénites, lumachelles, marnes, calcaires lithographiques, calcaires argileux, calcaires fossilifères ;

2 — *Marnes et lumachelles*

1 — *Calcaires lithographiques* :

calcaires lithographiques, calcaires argileux, lumachelles, calcarénites granoclassées.

Les auteurs régionaux ont rapporté ces unités lithostratigraphiques aux divisions biostratigraphiques (à valeur chronostratigraphique) suivantes, de haut en bas :

« *Portlandien* » supérieur : absent

« *Portlandien* » inférieur :

A — « *Bononien* » supérieur :

zone à *Cyrena rugosa* (Sow.)

B — « *Bononien* » moyen :

zone à *Cyprina Brongniarti* (Roem.)

C — « *Bononien* » inférieur :

zone à *Gravesia* (d'Orb.)

Les diverses interprétations suggérées sont rappelées dans le tableau récapitulatif ci-dessous (p. 3).

Les hypothèses relatives aux « calcaires cariés »

Ces hypothèses se rapportent soit à l'origine des Calcaires Cariés, soit à leur signification stratigraphique.

Selon ROYER et TOMBECK (12), il s'agirait « de marnes pénétrées postérieurement à leur dépôt d'infiltrations calcaires ». Pour d'autres auteurs, seul le mécanisme d'altération est évoqué : MAUBEUGE, par exemple, (11) ; « les parties non *dissoutes* montrant des veinules marno-calcaires entre les parties cristallines ». De BRETIZEL (2), propose de faire des « Calcaires Cariés » un faciès récifal en signalant que là où ils disparaissent, les « Calcaires Cariés » passent à des formations bréchiformes. Enfin STCHEPINSKY (13), faisant remarquer que « la discussion sur l'origine des traces organique (vers marins) ou inorganique (dissolution par les eaux) est souvent difficile », évoque deux phénomènes d'ordre totalement différent et d'ailleurs nullement incompatibles.

Niveaux	CORNUEL 1841	BUVIGNIER 1852	FUCHS WASSY 1 ed	ABRARD CORROY WASSY 2 ed	SALIN 1935	JOLY Bar-le-Duc 1937-38	MAUBEUGE 1955-56	STCSTEPINSKY 1952
10	Terrains	Sous	Portland	Portland	Zone C	Zone C		Zone C
9	supra	groupe	supérieur	supérieur				
8	jurassiques	supérieur						
7	Etage		Z. à <i>Amm.</i>	Zone B	Z. des C. tub.	Zone B		Zone B
6	Jurassique	Sous	<i>gigas</i>		Zone B			
5	Supérieur	groupe					Z. à <i>Grav.</i>	
4		moyen			Zone A	Calc. à	<i>irius</i>	Zone A
3		Sous	Calc. à	Zone A		<i>Grav. irius</i>		
2		groupe	<i>Grav. irius</i>			Calc. à	Z. à <i>Grav.</i>	
1		inférieur	Calc. à <i>Per. rotundus</i>			<i>Grav. Port.</i>	<i>gigas</i>	

Légende :



limite de la zone à *Gravesia*



limite des zones du Portlandien



limite des zones à *Gravesia gigas* et *irius*



limite des sous-groupes.

Les « Calcaires Cariés » sont généralement considérés comme le terme de base du Bononien moyen ; toutefois, MAUBEUGE (11), y a trouvé *Gravesia irius* (d'Orb.), tandis que De BRETIZEL (2), note que les « Calcaires Cariés » peuvent passer latéralement aux Calcaires de Dommartin (équivalent de nos Calcaires à débris) et aux Calcaires tachetés du Bononien moyen.

Notre propos n'est pas de clore le problème posé par ces faciès, mais simplement de rapporter et de commenter quelques observations récentes effectuées au cours de levés structuraux détaillés dans le département de la Meuse.

Les faits

A l'affleurement, les « Calcaires Cariés » se présentent en bancs généralement épais à stratification souvent mal marquée ; les bancs sont percés de cavités de taille variable s'anastomosant pour former un véritable réseau ; les cavités sont fréquemment tapissées de limons rouges, ou d'un encroûtement de calcite déposée par les eaux circulantes ; dans certains cas, les parois sont altérées et prennent alors une structure terreuse. L'altération et l'encroûtement — phénomènes actuels — de leurs parois, rendent alors délicate l'observation des cavités en masquant leurs caractères originaux.

Malgré la mauvaise qualité des affleurements, il nous est apparu que les « Calcaires Cariés » n'avaient de commun sur toute leur épaisseur que les « caries ». Dans le détail, on peut en effet faire les observations suivantes :

— *Bussy-la-Côte* ($x = 800.450$, $y = 127.680$)

Cet affleurement montre, de haut en bas :

- 6 — 0,70 m : sables roux et blancs à plaquettes ferrugineuses, à stratification oblique soulignée par de minces lits à débris végétaux ;
- 5 — 0,05 m : limons argilo-sableux rouges ;
- 4 — 0,40 m : calcaires légèrement argileux ;
- 3 — 0,05 m : lumachelles oxydées à *Exogyra* ;
- 2 — 0,20 m : calcaires lithographiques terminés par une surface taraudée, à galets remaniés et taraudés ;
- 1 — 0,40 m : calcaires lithographiques cariés terminés par une surface taraudée.

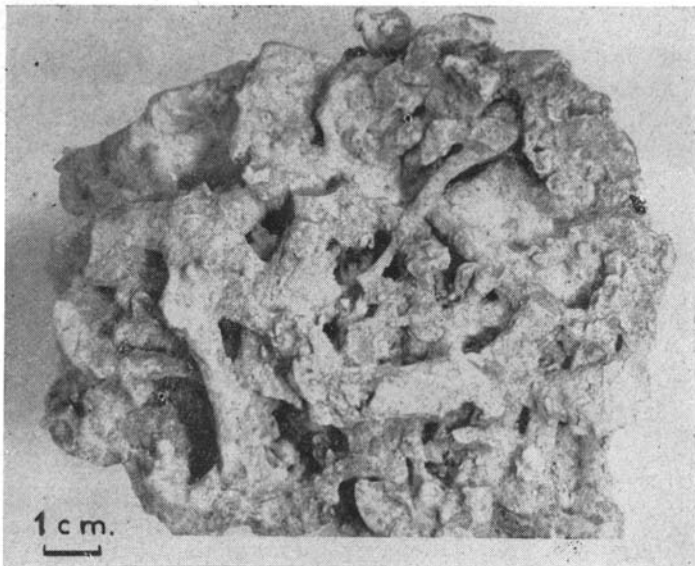
Les horizons 5 et 6 représentent vraisemblablement un paléosol infra-crétacé recouvert par les sables continentaux valanginiens. Le remaniement de l'horizon 4 est dû à l'altération continentale au cours de l'émersion anté-crétacée. Les horizons 1 et 2 ont le faciès « carié ».

Les cavités grossièrement tubulaires quoique contournées, ont un diamètre variable (0,5 - 4 cm). Les parois sont elles-mêmes taraudées de tubulures plus fines (0,1 à 3 cm) et parfois encroûtées d'Exogyres adhérentes non désarticulées.

L'ensemble de ces caractères évoque deux phénomènes de nature différente : d'une part, l'action abrasive d'un milieu agité, d'autre part, l'activité manifeste d'organismes « taraudeurs ».

— *Longeville-en-Barrois* ($x = 812.800$, $y = 117.250$).

D'anciennes carrières exploitant « l'Oolithe de Bure » sous-jacente aux calcaires cariés permettent quelques observations complémentaires. Les calcaires affleurent en bancs relativement réguliers. Toutefois, les parties non dissoutes constituent un laciné de tubulures de faible diamètre (1 cm) s'anastomosant et se fondant progressivement à la base des bancs (cf. photographie). Dans les « caries », assez bien développées au sommet des bancs, beaucoup plus discrètes à la base, on peut



Les « Calcaires Cariés »

Noter le réseau de tubulures s'anastomosant ;
l'espace interstitiel constitue les « caries »

prélever un matériau gris-verdâtre, sableux au toucher. Une analyse au Calcimètre BERNARD, portant sur les tubulures calcaires et le remplissage des caries a donné les résultats suivants :

Tubulures	: Calcite	75 %	Dolomite	3 %
Remplissage	: Calcite	35-45 %	Dolomite	10 à 18 %
— <i>Girauval</i> (x = 819.400, y = 109.950)				

Un pan de carrière récemment éboulé, montre au sommet de l'affleurement et sur quelques mètres carrés seulement une coupe fraîche ; de haut en bas :

- 4 — 0,15 m : calcaires à moules internes de lamellibranches ;
- 3 — 0,10 m : calcaires « sableux » verdâtres ;
- 2 — 0,40 m : calcaires cariés à remplissage de calcaire « sableux » ;
- 1 — 0,20 m : lumachelle à *Exogyra*.

Dans le niveau 3, on voit apparaître localement des zones plus sombres, mieux consolidées, plus dures, qui préfigurent le réseau calcitique des calcaires cariés. Lorsque celui-ci est plus développé, dans le niveau 2 par exemple, les zones sombres s'anastomosent. Dans ce cas, les minces lits de bioclastiques peuvent passer en continuité du réseau calcaire au remplissage.

Une analyse au Calcimètre BERNARD a donné les résultats suivants :

Niveau 3	: Calcite	13 %	Dolomite	70 %
Niveau 2	: Calcite	38 %	Dolomite	57 %
(remplissage)				

Interprétation des faits

A Bussy-la-Côte, le développement des caries paraît devoir être attribué en partie à l'action abrasive d'un milieu agité. Dans ce cas, il est probable que cette action s'est manifestée de façon préférentielle au niveau de zones plus friables, moins résistantes. Celles-ci correspondraient, comme le suggère bien la forme des cavités, à des traces d'organismes fousseurs.

A Longeville, le réseau calcaire qui se développe particulièrement au sommet des bancs évoque de façon flagrante des tubes ou des traces de vers. Ces organismes s'accommodent de fonds « vaseux » non consolidés, et les pistes ou traces qu'ils y laissent remanient le sédiment plus qu'ils ne créent de cavités. Il paraît donc difficile d'admettre que la différenciation calcite-dolomite résulte d'un phénomène de remplissage, donc soit syngénétique.

Enfin, à Girauval, l'absence de remaniement des bioclastiques au niveau du réseau calcaire comme du « remplissage » dolomitique (niveau 2), l'apparition fugace d'une trame calcaire dans un sédiment dolomitique (niveau 3) évoquent une différenciation d'ordre diagénétique.

Les hypothèses

Il nous paraît vraisemblable que le sédiment fraîchement déposé était homogène, carbonaté calcique et magnésien. Si l'on se réfère au schéma de KRUMBEIN et GARRELS (8), on constate que le domaine de stabilité de la calcite dépend troitement du pH du milieu, tandis que celui de la dolomite dépend à la fois du pH, de l'Eh et de la salinité. Or, LESSERTISSEUR (9), citant TAUBER, fait remarquer que, d'une manière générale, les animaux fousseurs laissent une trace plus acide et plus réductrice que le sédiment encaissant. On sait d'autre part qu'au début de la diagenèse le pH s'abaisse, l'enfouissement du sédiment provoquant par ailleurs une chute de l'Eh.

Dans ces conditions, deux évolutions du sédiment peuvent être envisagées.

Si l'abaissement du pH est le phénomène principal, la Calcite sera remise en solution, et cette dissolution sera d'autant plus importante au niveau des traces laissées par les organismes fousseurs qu'elles étaient déjà plus acides. La migration des ions Ca^{++} vers les zones moins acides aboutirait à une concentration relative des ions Mg^{++} .

Si l'abaissement de l'Eh est le phénomène principal, la Dolomite sera déstabilisée et de manière plus précoce ou plus intense au niveau des traces laissées par les organismes fousseurs. De la même manière, la migration des ions Mg^{++} vers des zones plus oxydantes peut aboutir à une concentration relative des ions Ca^{++} au niveau des « terriers ».

Calcaires cariés et sédimentologie

La position des niveaux de « Calcaires Cariés » dans la succession des faciès lithologiques du Portlandien appelle quelques commentaires. En effet, l'examen des coupes jointes en annexes suggère que les « Calcaires Cariés » pourraient intervenir dans une sédimentation de type rythmique. Les termes de cette série doivent, pour plus de clarté, être séparés :

- dans le cadre très général du cycle géochimique de GOLDSCHMITT, ces termes seraient : argiles, calcaires, dolomies ;

- dans le cadre plus étroit de nos études, une série séquentielle que je qualifierai de « biologique » peut être décelée : lumachelles, niveaux à débris, à moules internes, à traces de fouis-seurs,

La première série se rapporterait à l'environnement géologique régional, la seconde à l'environnement local. Les faciès portlandiens résulteraient alors de l'influence de l'un ou l'autre de ces environnements, sans exclure *a priori* qu'ils soient totalement indépendants ou totalement dépendants.

L'interprétation que nous proposons laisse apparaître en effet que les lumachelles sont liées, tantôt aux argiles qu'elles supportent et dans ce cas reposent fréquemment sur une surface négative (LOMBARD, 10), tantôt aux calcaires qui d'ailleurs les cimentent, et sont alors sous-jacentes aux argiles et sus-jacentes à des niveaux calcaires qu'elles érodent ; dans ce cas, elles peuvent également porter une surface taraudée. Quant aux niveaux cariés, ils apparaissent presque toujours en fin de « séquence », soit sous une lumachelle érodante, soit sous une surface taraudée.

Ainsi, il semblerait qu'il y ait une certaine convergence des facteurs liés aux environnements régional et local. Cette convergence n'est toutefois pas totale puisque les lumachelles en particulier peuvent être antérieures ou postérieures aux phases négatives.

Enfin, pour confirmer cette relative indépendance des environnements régional et local, il faut faire remarquer que les niveaux cariés apparaissent dans un contexte aussi bien calcique que magnésien.

Calcaires cariés et stratigraphie

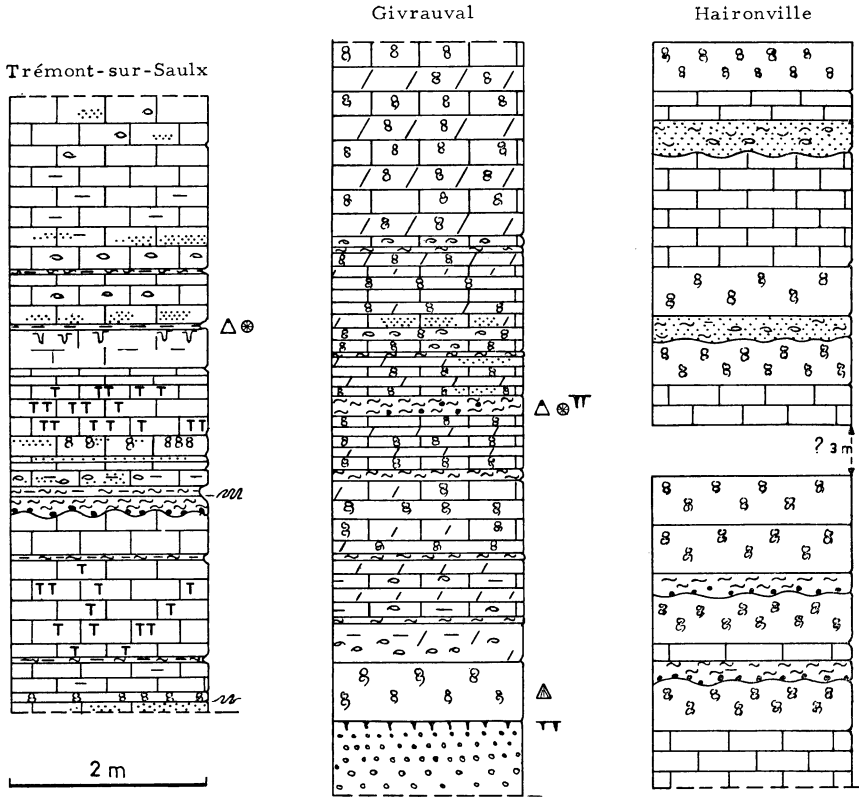
A plus grande échelle, il convient de noter que les « Calcaires Cariés » peuvent exister en-dessous de « l'Oolithe de Bure » (Stainville, Montplonne), c'est-à-dire dès le « Bononien » inférieur, au sens généralement admis. Localement (Bar-le-Duc), les « Calcaires Cariés » sont directement surmontés par les dolomies de la zone à *Cyrena rugosa* (Sow.) Vers Trémont-sur-Saulx, Haironville, les faciès cariés sont remplacés progressivement par des calcaires pseudo-lithographiques fossilifères ou non. Enfin, à Chamouilley, les termes cariés n'existent plus que sporadiquement, dans un ensemble essentiellement pseudolithographique (calcaires tachetés). Ainsi se trouve confirmées les observations de P. de BRETIZEL. Le passage latéral entre les calcaires cariés et les calcaires tachetés s'effectue simplement par diminution de l'importance des niveaux cariés et augmentation corré-

lative de celle des niveaux intercalaires. Il n'y a donc pas superposition de deux faciès différents mais passage latéral lié à une évolution dans l'espace d'une sédimentation séquentielle.

Conclusions

L'origine des « Calcaires Cariés » des environs de Bar-le-Duc nous paraît multiple : action abrasive d'un milieu agité d'une part (Bussy-la-Côte), redistribution diagénétique des fractions calciques et magnésiennes d'un sédiment localement demanié par l'activité d'organismes fouisseurs d'autre part (Longeville-en-Barrois). Les variations de pH et d'Eh introduites par ce remaniement et accusées par la diagénèse règleraient le sens et l'importance de cette redistribution. Cependant, ce mécanisme ne peut être proposé pour expliquer la différenciation calcite-dolomite dans des sédiments non remaniés (Girauval).

En outre, les calcaires cariés interviennent dans le cadre d'une sédimentation séquentielle, le développement de certains termes pouvant conduire à une différenciation d'unités lithologiques distinctes. Il semble aussi que les zones biostratigraphiques aient été comprises différemment selon les auteurs ; il est significatif à ce sujet de noter que les faunes sont toujours décrites dans le cadre d'une interprétation lithostratigraphiques ; il n'y a donc pas lieu de s'étonner que l'extension verticale des faunes supposées caractéristiques soit d'une part incompatible avec les coupures chronostratigraphiques admises, d'autre part très variable avec les auteurs : *Ammonites (Gravesia) gigas*, par exemple, est citée par BUVIGNIER (3) dans les calcaires tachetés du « Bononien moyen » ; pour ROYER et TOMBECK (12), elle est cantonnée au « Bononien inférieur » (y compris « l'Oolithe de Bure ») ; pour MAUBEUGE (11), à la partie inférieure du « Bononien inférieur ». De même pour cet auteur, *Gravesia irius* (d'Orb.) existerait au-dessus de la zone à *Gravesia gigas* et jusque dans les « Calcaires Cariés » du « Bononien moyen », tandis que pour ABRARD (1), cette forme serait limitée à la partie inférieure du « Bononien inférieur » ; et pour JOLY (7), à la partie supérieure seulement non compris « l'Oolithe de Bure ».



- | | | | | | |
|------|------|------|------|-------|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| Δ 13 | Δ 14 | ε 15 | m 16 | ππ 17 | |

Trois coupes type illustrant les rapports entre les faciès constitutifs des « calcaires cariés » (Portlandien-Meuse)

LEGENDE

1. Calcaires lithographiques
2. Calcaires argileux
3. Calcaires dolomitiques
4. Dolomies
5. Conglomérat
6. Calcaire oolithique
7. Argiles
8. Niveaux cariés
9. Lumachelles
10. Moules internes
11. Bioclastiques
12. Fines tubulures
13. Brachiopodes
14. Lamellibranches
15. Echinodermes
16. Pistes de vers
17. Niveau taraudé

BIBLIOGRAPHIE

1. ABRARD R. (1927-1928). — 2^e édition de la Carte géologique de Verdun, au 1/80.000^e.
2. DE BRETIZEL P. (1962). — Données nouvelles sur les « Calcaires du Barrois » à l'Ouest du fossé de la Marne. Colloque du Jurassique, Luxembourg.
3. BUVIGNIER A. (1852). — Statistiques géologique, minéralogique, paléontologique et métallurgique du département de la Meuse. Imprimeries Lallemand, Verdun.
4. DEMASSIEUX L. (1966). — Etude géologique et hydrogéologique des environs de Bar-le-Duc (Meuse). D.E.S. Nancy, inédit.
5. ENAY R. (1962). — L'étage Tithonique. Colloque du Jurassique, Luxembourg.
6. HAUG E. (1967). — Portlandien, Tithonique et Volgien. B.S.G.F., t. XXVI, pp. 197-228.
7. JOLY H. (1937-1938). — 2^e édition de la Carte géologique de Bar-le-Duc, au 1/80.000^e.
8. KRUMBEIN W.-C., CARRELS R.-M. (1952). — Origin and classification of sediments in terms of pH and oxydo-reduction potentials. Journ. Geol. Chicago, vol. 60, pp. 1-33.
9. LESSERTISSEUR J. (1955). — Traces fossiles d'activité animale et leur signification paléontologique. Mem. Soc. Geol. Fr., n^o 74, vol. XXXIV.
10. LOMBARD A. (1956). — Géologie sédimentaire. Les séries marines. Masson et Cie, Paris.
11. MAUBEUGE P.-L. (1956). — Le Kimméridgien supérieur et le Portlandien dans l'Est du Bassin de Paris. Bull. Soc. Belg. Geol. Pal. Min., t. LXV, fasc. 2, pp. 316-321.
12. ROYER E., TOMBECK H. (1872). — Description géologique des terrains jurassiques supérieurs de la Haute-Marne.
13. STCHEPINSKY W. (1952). — Histoire géologique de la Haute-Marne et de ses environs. Thèse, Saint-Dizier.

OBSERVATIONS SUR LES MINÉRAUX ARGILEUX DES TONSTEIN DU BASSIN SARRO-LORRAIN

par

G. EVEN et J.-L. MERRY

Dans la série limnique du Houiller sarro-lorrain, les horizons-repères sont de deux types : les niveaux à faune et les tonstein. Les premiers sont rares, peu épais et localisés dans le faisceau de Neunkirchen (Westphalien C) et dans Stéphanien du S.-E. du bassin. Les tonstein par contre sont des roches à faciès particulier que les mineurs savent reconnaître. Jusqu'à ces dernières années, les six tonstein décrits par P. PRUVOST (1), servaient approximativement de limites conventionnelles aux faisceaux productifs du bassin. Ils jouaient en quelque sorte un rôle stratigraphique comparable à celui des niveaux marins dans les bassins paraliques. Ces six horizons laissaient la zone de Saint-Avold sans repères ponctuels. Pour combler cette lacune, une exploration minutieuse de cette zone a été entreprise puis étendue progressivement à l'ensemble de la série sarro-lorraine. Ainsi, treize nouveaux tonstein westphaliens et douze stéphanien sont venus compléter la liste initiale de P. PRUVOST. La pétrographie des tonstein westphaliens a été décrite par l'un d'entre nous (2). Des études complémentaires ont été entreprises et parmi elles, la reconnaissance diffractométrique des minéraux phylliteux. Si la micropétrographie reste la méthode principale de reconnaissance des tonstein, la diffractométrie en est le complément indispensable, dans la mesure où les minéraux sont trop finement cristallisés pour être identifiés par des méthodes optiques. L'usage de la diffractométrie permet également d'apprécier semi-quantitativement l'abondance des minéraux phylliteux et de détecter certaines fluctuations.

G. LIENHARDT (3), à propos des tonstein du bassin de Lons-le-Saulnier, avait mis en évidence une composition minéralogique monotone. Ces roches renfermaient toujours de la kaolinite à l'exclusion d'autres phyllites. Les tonstein lorrains ont révélé une minéralogie plus variée qui a permis de les classer en trois grands types.

A. — Les différents types de tonstein rencontrés

1° Le premier type correspond à l'association banale kaolinite et quartz. Il se rencontre souvent dans les tonstein du Stéphanien.

Dans le Westphalien, il existe dans le tonstein 600 qui coïncide sensiblement avec la limite inférieure d'exploitation du bassin. La

kaolinite peut se présenter sous forme de vermicules ou d'amygdales (groupes 2, 3 et 4 d'A. BOURG, (4)). En Lorraine, les Grauppen tonstein définis par A. SCHULLER (5), semblent contenir exclusivement de la kaolinite.

2° Dans le second type, la kaolinite est accompagnée d'illite en quantités variables. Il s'agit des tonstein de la zone de Saint-Avold (Westphalien D) c'est-à-dire des tonstein 10, 15, 20, 30 et en particulier du tonstein 40 qui, au sondage de Créhange I, renferme jusqu'à 40 % d'illite.

L'illite existe dans ces roches sous différentes formes. Le tonstein 30 renferme des paillettes relativement grosses de ce minéral, alors que le tonstein 40 possède un fond cryptocristallin où de petites lamelles d'illite sont orientées parallèlement à la stratification. Dans le tonstein 100 de Folschviller, l'illite est représentée par un feutrage réticulé de petits cristaux.

3° Le troisième type est caractérisé par un minéral phylliteux très particulier présentant les propriétés d'un interstratifié à tendance régulière. Les échantillons séchés à l'air montrent une équidistance suivant l'axe C de 26 Å. Traité au glycérol, cet édifice gonfle légèrement (28 Å). L'interstratification disparaît partiellement après un chauffage à 490° C et il ne subsiste qu'un réseau micacé du type illite. Une étude de détail est en cours afin de déterminer la nature des feuilletts élémentaires et le taux d'interstratification. Il conviendra également de définir la composition chimique de ce minéral.

Ce type de tonstein semble appartenir exclusivement au Westphalien C. L'interstratifié existe dans les tonstein 300, 301, 380, 400 et 500. Ces tonstein de couleur claire sont d'ailleurs les plus épais, le tonstein 500 pouvant atteindre plusieurs mètres. Dans ce dernier, l'interstratifié est le constituant argileux essentiel. A Sainte-Fontaine, il renferme une légère proportion d'illite. D'Est en Ouest, entre les sièges de Sainte-Fontaine et Saint-Charles (distants de 8 km), la composition minéralogique ne varie pratiquement pas. L'abondance de cet interstratifié régulier et la rareté de la kaolinite dans cette roche n'ont pu être décelées qu'au diffractomètre : le microscope polarisant ne révélant qu'un fond microcristallin monotone. L'existence de joints stylolithiques constitue une propriété assez constante de ce tonstein.

Dans les tonstein 380 et 400, l'interstratifié est accompagné d'un faible pourcentage d'illite à Sainte-Fontaine et d'un peu de quartz et de kaolinite à Sainte-Fontaine et à Saint-Charles.

Enfin les tonstein 300 et 301 dont la fraction argileuse contient de 20 à 80 % de kaolinite, semblent montrer une évolution de ces teneurs d'Est en Ouest. A l'Est du gisement, au siège de Wendel-Marienu, il y a quatre fois plus d'interstratifié que de kaolinite alors qu'à l'Ouest, à Sainte-Fontaine, les proportions sont inversées ; dans un cas au moins, la kaolinite est seule présente. Le tonstein 300 semble constituer un cas particulier. Connue dans l'ensemble du bassin comme un tonstein à kaolinite, il renferme cependant 60 % d'interstratifié au siège de Folschviller.

B. — Essai d'interprétation

Les renseignements recueillis grâce au microscope et au diffractomètre, contribuent donc à mieux définir l'identité de chaque tonstein et aideront à expliquer leur genèse.

Les variations latérales au sein d'un même tonstein peuvent être interprétées de façons diverses : soit par un manque d'homogénéité des matériaux originels, soit par des évolutions locales différentes. On peut supposer par exemple, que l'apparition de la kaolinite est liée à des conditions paléogéographiques, tectoniques et climatiques favorisant le lessivage des éléments basiques des sédiments. La présence de l'interstratifié régulier dans les tonstein semble *a priori* rappeler le contexte géologique d'une série australienne décrite par D. FAURE *et al.* (6). Ces auteurs signalent des dépôts d'eau douce contenant des bois flottés et renfermant eux aussi un interstratifié, l'allevardite. Ce minéral dériverait de minéraux micacés du type illite évoluant en milieu d'eau douce, réducteur, pauvre en bases mais non dégradant. On peut imaginer que, localement, certains tonstein se soient formés dans de telles conditions.

Il est également remarquable qu'une relation existe entre les teneurs en interstratifié et l'épaisseur du tonstein. Cette épaisseur contrecarrerait peut-être le lessivage des bases et freinerait la formation de la kaolinite au cours des phénomènes diagénétiques. Des travaux complémentaires sont encore nécessaires pour connaître l'étendue des variations minéralogiques dans les tonstein. Leur signification ne pourra être comprise, dans un cadre génétique, qu'à condition de définir leur ampleur et leur localisation. Ces variations minéralogiques traduisent peut-être des phénomènes d'importance régionale que les matériaux schisto-gréseux, si communs dans les séries houillères, n'ont pas su enregistrer.

BIBLIOGRAPHIE

1. FRUVOST P. (1934). — Etude des gîtes minéraux de la France : bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. 175 pages.
2. MERRY J.-L. (1967). — Découverte de nouveaux tonstein dans le Westphalien de Lorraine. Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris), tome 264, série D, pp. 2440-2442.
3. LIENHARD G. (1960). — Caractères généraux des tonstein du bassin stéphanoisien de Lons-le-Saulnier (Jura). Société géologique de France : série 7, tome 2, pp. 661-655.
4. BOURCZ A. (1966). — Fréquence des manifestations volcaniques au Carbonifère supérieur en France. Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris), tome 263, série D, pp. 1025-1028.
5. SCHULLER A. (1951). — Zur Nomenclatur und Genese der Tonsteine. Neues Jahrbuch für Mineralogie. Heft 5, pp. 97-109.
6. FAURE D., KAPLAN G., KULBICKI G. (1965). — Interprétation des mesures d'âges fournies par l'analyse des minéraux argileux d'une série sédimentaire d'Australie. Sciences de la Terre, tome 10, n° 4, pp. 572-583.

*Laboratoire de Géologie
Université de Nancy
94, avenue de Lattre-de-Tassigny
Nancy*