

Globules pyriteux dans les schistes siluriens de Belgique,

par F. CORIN.

Notre collègue, M. LEGRAND, m'a remis pour examen quelques échantillons de schistes siluriens du Brabant et des Flandres renfermant des globules de pyrite ⁽¹⁾ de forme framboïdale ⁽²⁾. Les uns proviennent de sondages faits à Lessines, à Langemarck et à Courtrai; un autre provient de l'affleurement classique *Sl2b* de Ronquières. Les échantillons de ce dernier ont subi l'effet des agents météoriques, de sorte que la pyrite y est presque entièrement transformée en oxydes de fer.

Les roches de Langemarck et de Courtrai sont des schistes gris dont certains joints de stratification sont parsemés de petites sphères de pyrite de dimensions diverses, atteignant 0,8 mm en diamètre. Au sondage de Langemarck, les sphérules de pyrite sont très nombreuses; toutes ou presque toutes ont une surface ponctuée de jaune sur fond gris noirâtre, comme si elles étaient formées de petits grains de pyrite noyés dans

⁽¹⁾ Le terme « pyrite » est pris ici dans un sens général faute d'une détermination précise. On notera toutefois que dans les cas similaires observés à l'étranger, l'identification de la pyrite a été faite sans doute possible.

⁽²⁾ Le terme « framboïdal », c'est-à-dire « ressemblant à une framboise », a été proposé par RUST en 1935 (voir plus loin).

un ciment foncé. A Courtrai, on rencontre surtout des sphérules à surface lisse, sans ponctuation, bien qu'un certain nombre en soient de forme ponctuée. Ces joints de stratification sont couverts d'une poussière de très petits grains de pyrite de 2 à 10 microns de diamètre, plus rarement de 15 et même de 20 microns et, en outre, d'amas sphériques de tels grains.

Dans les schistes de Ronquières, que nous avons décrits d'autre part, une bande de schiste très fin, sapropélien, renferme quelques gros framboïdes atteignant 100 à 170 microns en diamètre. Ceux-ci sont de deux types :

Les plus gros se présentent comme des assemblages sphéroïdaux de grains polyédriques ou, plutôt, de grains se comprimant mutuellement, chacun de 10 à 20 microns, pas tout à fait jointifs. Ces grains ont en outre un centre très foncé et une bordure plus ou moins translucide.

Le second type, atteignant 100 microns, offre un contour sphérique plus parfait où flottent des grains ronds à centre opaque.

En outre, la pâte est saupoudrée de minuscules grains brunâtres de moins de 2 microns, de sphérules mieux définies, souvent brunes à centre opaque, et enfin d'agglomérats de ces sphérules tendant vers la forme sphérique.

L'examen en lumière incidente révèle des restes de pyrite au sein des grains formant les framboïdes.

Les figures 1, 2 et 3 de la planche montrent ces granules à différents degrés d'agglomération. La figure 4 est une sphère du second type, et les figures 5 et 6, un framboïde de structure un peu lâche. La figure 6 montre l'aspect de ce dernier en lumière incidente, ce qui fait ressortir la pyrite résiduelle.

Les schistes gris de Langemark et de Courtrai font voir que les grains arrondis de pyrite sont concentrés en certains lits assez bien définis, en général plus foncés que le restant de la roche.

On a représenté aux figures 7 et 8 des globules provenant de ces deux sondages. L'aspect des framboïdes y ressort bien, ainsi que, dans le cas du sondage de Courtrai, la surface plus uniforme d'un globule presque lisse.

Les figures 9 à 14 sont des photographies d'une coupe mince parallèle à la stratification dans un lit très riche en globules pyriteux du sondage de Courtrai. On y voit, côte à côte, des sphérules à structure framboïdale plus ou moins lâche, des ovoïdes complexes dont l'un porte dans son intérieur un framboïde compact et l'autre, un corps creux. Sur la figure 12, on aperçoit une structure complexe à plusieurs enveloppes et sur la figure 13, un organisme double.

Certains des globules figurés sur cette planche semblent incomplets, écrasés ou fragmentés.

Une coupe mince perpendiculaire à la stratification nous a montré que ces objets sont fortement, sinon exclusivement, concentrés dans un lit sapropélien, très noir, de la roche. Notons, en outre, qu'une partie du sédiment de Langemark est un quartzite fin partiellement carbonaté et que nombre des sphérules sont intérieurement garnies de carbonate. Dans les parties non carbonatées de la roche, le remplissage des sphérules creuses est constitué par de la matière quartzo-phylliteuse analogue à celle de la pâte ou bien par de la chlorite écailleuse néogène.

Le sondage de Lessines a été fait au trépan et nous a livré des framboïdes isolés. Nous avons tenté de dissoudre ceux-ci dans de l'acide nitrique. Le résidu contenait certaines structures cellulaires, mais il faudrait sans doute travailler dans des conditions très spéciales pour isoler des structures identifiables.

*
**

Des formes analogues ont certainement été observées depuis longtemps, mais c'est H. SCHNEIDERHOEN qui, en 1923, les a le premier figurées et décrites. Il s'agit en l'espèce des schistes cuivreux du Mansfeld, où elles sont innombrables. SCHNEIDERHOEN en estime le nombre à 10.000 et à 30.000 par centimètre cube. Ce sont des globules de 4 à 15 microns de diamètre ou des bâtonnets longs de 20 microns, formés de chalcopryrite, parfois de chalcosine ou de bornite et aussi parfois, dans ces derniers cas, ceinturés de petits points de chalcopryrite (1). Ces sphérules sont elles-mêmes des agglomérats de granules de

(1) Ultérieurement, C. SCHOUTEN estima que les sulfures de cuivre y sont pseudomorphes de pyrite.

0,2 microns et moins, la masse intersticielle n'étant pas visible en lumière réfléchie. SCHNEIDERHOEN considère celle-ci comme de nature bitumineuse. Parfois pourtant, la structure est plus lâche et les granules de chalcopryrite sont noyés dans la chalcosine. A son avis, il s'agit de microorganismes, probablement de bactéries sulfurantes.

En 1935, G. W. RUST décrit une série de formes observées dans les minerais de cuivre primaires de la mine de Cornwall, Missouri, U.S.A. Il a figuré des sphérules composites analogues à ceux de SCHNEIDERHOEN, mais plus larges, de 18 à 48 microns, et leur a donné le nom de framboïdes. Ici, les granulations sont en pyrite et la matrice est en chalcopryrite primaire ou en minerais secondaires. Les minerais sont d'origine hypogène et, par conséquent, RUST n'envisage pas l'origine bactérienne. Il l'attribue à la cristallisation simultanée en plusieurs de ses points d'un globule de pyrite colloïdale. Il figure, notamment, un framboïde auréolé d'un accroissement radiaire de pyrite.

En 1946, C. SCHOUTEN décrit des phénomènes de pseudomorphose dans les sulfures métalliques puis, dans une seconde note, attaque vivement, et l'origine bactérienne des objets décrits par SCHNEIDERHOEN, et même la nature sédimentaire des minerais du Mansfeld. Il constate, d'abord, que ces sphéroïdes à structure granulaire se rencontrent dans des minerais hypogènes tels que ceux du Missouri, de Rio Tinto et de Redruth en Cornouailles; mais son principal argument est que les dimensions et les formes des phérules ne correspondent pas aux bactéries sulfurantes actuellement connues, non plus, d'ailleurs, que la répartition de la pyrite dans ces corps figurés. Il donne la photographie de plusieurs agglomérats sphériques dont certains sont constitués de grains de pyrite ayant des contours cristallographiques et sont noyés dans un fond de blende saupoudré de petits cubes de pyrite identiques aux constituants des sphérules. Il réexamine en outre les minerais du Mansfeld et y décèle, au sein des framboïdes, des restes de pyrite parmi les grains de bornite ou d'autres sulfures de cuivre. La bornite et la calcopryrite y présentent même des contours cubiques, de sorte qu'on ne peut les considérer que comme des pseudomorphoses de pyrite.

Ce point de vue fut ensuite partagé par E. S. BASTIN.

L'origine bactérienne des framboïdes de pyrite continua toutefois d'être admise par de nombreux savants, tout au moins lorsque ces objets sont associés à des roches sédimentaires et, notamment, à des formations sapropéliennes propices au développement de bactéries ou d'organismes sulfurants. Tel fut, en tous cas, l'avis, encore que nuancé, qu'exprima P. RAMDOHR.

Certains travaux récents ont, en outre, donné à l'hypothèse organique une nouvelle caution. C'est ainsi qu'en 1957, L. G. LOVE publia les premiers résultats d'une recherche très minutieuse faite à l'Université de Sheffield sur des framboïdes provenant de couches pétrolifères d'âge carboniférien inférieur. Au moyen de techniques très délicates, LOVE est parvenu à dissoudre la pyrite sans déranger l'ordonnance interne des framboïdes, et à mettre ainsi en évidence le squelette très délié de microorganismes. Il en définit deux formes : *Pyritosphaera barbaria* et *Pyritella polygonalis*. Ces organismes auraient été anaérobies et auraient vécu dans des milieux sapropéliens en eau calme. Ils auraient dégagé de l'hydrogène sulfuré, lequel devait réagir avec le fer du milieu environnant pour donner de la pyrite.

Cette étude fut poursuivie par LOVE et étendue à d'autres formations, qui vont du Protérozoïque à l'époque actuelle. Une publication de 1960 en résume les résultats et distingue dix types de pyrite, allant de grains minuscules à la limite du pouvoir de définition des objectifs du microscope jusqu'aux objets de grande taille. On y distingue, notamment, des globules simples, doubles ou multiples, pleins ou creux. Certains framboïdes sont logés à l'intérieur de spores ou de foraminifères. Le genre *Pyritella* serait toutefois douteux.

Entretemps, et apparemment sans connaître les travaux de LOVE, F. FABRICIUS a décrit en détail des framboïdes qu'il appelle « Rogenpyrit ». L'examen s'en est fait en sections polies, ce qui n'a pas permis d'étudier le squelette des sphérules. Toutes les préparations examinées montrent que les granules constituant les framboïdes sont des grains de pyrite cubique. La pyrite type fin s'échelonne de 0,1 à 2 microns; la pyrite type grossier s'échelonne de 5 à 10 microns. Ces grains se groupent en sphères de premier ordre et celles-ci en sphères de second ordre. Les sphères de premier ordre ont un diamètre de 15 à 30 microns et les sphères de second ordre atteignent de 150 à

200 microns. La pyrite grossière se présente en sphérules atteignant 120 microns mais ne forme qu'exceptionnellement des sphères de second ordre.

M. J.-C. DUCHESNE a présenté à la séance du 6 novembre 1962 de la Société géologique de Belgique une étude très fouillée de globules provenant de schistes cambriens de la vallée du Bayehon. L'absence de pyrite lui a permis d'observer le squelette de microorganismes globuleux et leur groupement en sphères de second ordre.

*
**

Il importe de remarquer d'abord que les détails de structures sont, par leur ténuité, proches de la limite de définition du microscope. Leur étude est donc difficile.

L'origine organique des framboïdes de pyrite semble toutefois bien établie dans le cas des formations sédimentaires. Mais comme on relève dans les études de LOVE et dans la discussion qui a suivi son exposé de 1957 que ces corpuscules se rencontrent depuis le Protérozoïque jusqu'à nos jours ⁽¹⁾, on ne peut pas leur attribuer une valeur stratigraphique.

Ils semblent toutefois marquer une préférence pour les sédiments sapropéliens d'eau calme, bien qu'on en signale dans une terre à foulons de teinte claire de Grande-Bretagne.

Si les auteurs, en général, admettent qu'ils se sont formés *in situ*, même à une certaine profondeur sous la surface du dépôt, nous devons toutefois remarquer que des exemples que nous figurons témoignent de l'association de framboïdes avec des lits quartzitiques. Certains d'entre eux sont manifestement écrasés ou fragmentaires, ce qui plaiderait en faveur de leur transport.

Par ailleurs, les framboïdes semblent bien résister aux agents du métamorphisme, ce qui leur conférerait une certaine valeur comme indicateurs de facies là où le degré de métamorphisme peut avoir oblitéré ce caractère.

Sans doute, nos constatations ne nous ont-elles pas permis d'apporter une contribution importante au problème de la nature et de l'origine de ces curieux phénomènes. Nous voudrions surtout attirer l'attention sur leur fréquence dans le

⁽¹⁾ Au cours de la discussion qui suivit la présentation du travail de LOVE, DEAN signale l'existence de framboïdes de pyrite dans les mares fétides des parcs de Londres.

Silurien de notre pays et, en outre, sur leur rôle possible comme indicateurs de lits fossilifères. Si certains commentateurs anglais ont déclaré que ces objets, bien qu'étroitement associés aux schistes sapropéliens du Silurien, ne voisinent pas avec les graptolites, M. LEGRAND fait par contre remarquer que la présence de lits à framboïdes lui indique le voisinage de niveaux à graptolites. Toutefois, les lits à framboïdes eux-mêmes ne contiennent que des débris de graptolites.

BIBLIOGRAPHIE.

- BASTIN, E. S., 1950, Interpretation of ore textures. (*Geol. Soc. of America*, Mem. 45.)
- DUCHESNE, J.-C., 1962, Un gisement de *Pyritosphaera barbaria* dans le Cambrien de la vallée du Bayehon (Ardennes belges). (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 86. pp. B. 123-130.)
- FABRICIUS, F., 1961, Die Strukturen des « Rogenpyrits » (Kossener Schichten, Röt) als Beitrag zum Problem der vererzten Bakterien. (*Geol. Rund.*, Bd. 51, Heft. 2, pp. 647-657.)
- LOVE, L. G., 1957, Micro-organisms and the presence of syngenetic pyrite. (*Proc. Geol. Soc. of London*, Session 1956-1957, n° 1550, 29 may 1957, pp. 87-90.)
- 1958, Id. (*Quart. Journ. Geol. Soc. of London*, vol. 113, part. 4, n° 452, 15 Augustus 1958, pp. 429-440.)
- 1962, Further studies on micro-organisms and the presence of syngenetic pyrite. (*Paleontology*, vol. 5, part. 3, October 1962.)
- RAMDOHR, P., Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. 2^e Aufl., Berlin, 1955. 3^e Aufl., Berlin, 1960.
- RUST, G. W., 1935, Colloidal primary copper ores at Cornwall Mines, S.-E. Missouri. (*The Journal of Geology*, vol. 43, n° 4, May-June 1935.)
- SCHNEIDERHOEN, H., 1923, Chalkographische Untersuchung der Mansfelder Kupferschiefer. (*Neues Jahrb. für Min., Geol. und Pal.*, XLVII, Beil. Bd., pp. 1-38.)
- SCHOUTEN, C., 1946, Some notes of micro-pseudomorphism. (*Econ. Geol.*, vol. 41, n° 4, part. 1, June-July 1946.)

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

N. B. — Les échelles sont indiquées par un trait sur chaque figure : 0,1 mm ou 100 microns sur les figures 1 à 8 et 1 mm pour les figures 9 à 14.

Les figures 1 à 6 ont été prises sur des coupes minces du schiste de Ronquières, 128-E-30 des archives du service géologique.

La figure 7 est une macrographie d'un lit de schiste provenant du sondage de Langemarck, 83-W-44, à 159,25 m de profondeur.

La figure 8 a été prise sur un schiste du sondage de Courtrai, 66-E-77, vers 220 m de profondeur.

Les figures 9 à 14 sont celles d'une coupe mince parallèle à la stratification dans le même sondage de Courtrai.

*
**

1. — Granules de toutes dimensions (jusqu'à 15 microns), isolés ou en groupes.
 2. — Granules de 12 microns agglomérés. On y distingue bien le centre opaque.
 3. — Granules tendant à se grouper en un framboïde.
 4. — Framboïde de 105 microns à contour sphérique assez régulier, montrant le dessin des sphérules à centre opaque.
 5. — Framboïde lacuneux de 170 microns à granules polyédriques. On distingue le centre opaque et la bordure, parfois cristalline, des granules.
 6. — Le même en lumière incidente. La pyrite ressort nettement.
 7. — Framboïdes en pyrite, vue en lumière incidente.
 8. — Un globule lisse et un framboïde.
 9. — Framboïdes et corps creux vus en coupe mince.
 10. — Un corps creux contenant un framboïde, parmi des globules de divers genres.
 11. — Divers corps creux, dont un à double enveloppe.
 12. — Corps creux à plusieurs enveloppes.
 13. — Un corps double au milieu de globules divers.
 14. — Corps creux déformés ou incomplets.
-

