

Les minerais de fer armoricains

Composition minéralogique et structure de la couche de minerai silurien reconnue par sondages entre Bain-de-Bretagne (I.-et-V.) et Senonnes (Mayenne)

par Jean-Jacques CHAUVEL

Le Massif armoricain, quant aux terrains sédimentaires, est surtout constitué de dépôts datant de l'ère primaire. Sur un socle schisteux très ancien, d'âge briovérien, repose une série sédimentaire plissée qui débute par un niveau de poudingue suivi de schistes attribués au Cambrien, et qui se poursuit jusqu'au Carbonifère.

Les ensembles plissés sont répartis en plusieurs unités structurales ; c'est dans une de ces unités, connue sous le nom de « synclinaux du Sud de Rennes », qu'une société minière de Lorraine, la Société des Mines de Fer de Saint-Pierremont, a entrepris depuis quelques années une série de travaux en vue de déterminer la valeur du minerai de fer contenu dans la série sédimentaire primaire, ainsi que l'état des ressources. Ces travaux exécutés entre Bain-de-Bretagne (I.-et-V.) et Senonnes (Mayenne), comprennent un ensemble de sondages profonds, de prospections de surfaces et d'analyses variées. La Société des Mines de Fer de Saint-Pierremont a bien voulu me confier l'étude minéralogique du minerai : ce sont les méthodes de travail et les premiers résultats généraux de ces études qui seront brièvement exposés ici.

POSITION STRATIGRAPHIQUE DU MINERAÏ :

Au-dessus des schistes cambriens, la série sédimentaire primaire se poursuit par une masse gréseuse datant de l'Ordovicien inférieur et connue sous le nom de Grès armoricain. Dans cette série gréseuse se trouve intercalée une masse schisteuse : les schistes intermédiaires ; la stratigraphie détaillée du grès armoricain s'établit donc comme suit : de bas en haut :

- grès armoricain inférieur
- schistes intermédiaires
- grès armoricain supérieur.

C'est dans le grès armoricain inférieur que l'on rencontre les couches de minerai de fer de l'Ordovicien inférieur : ces couches sont au nombre de quatre principales ; elles ont été soigneusement repérées, tout d'abord par BELLANGER en 1911, puis par

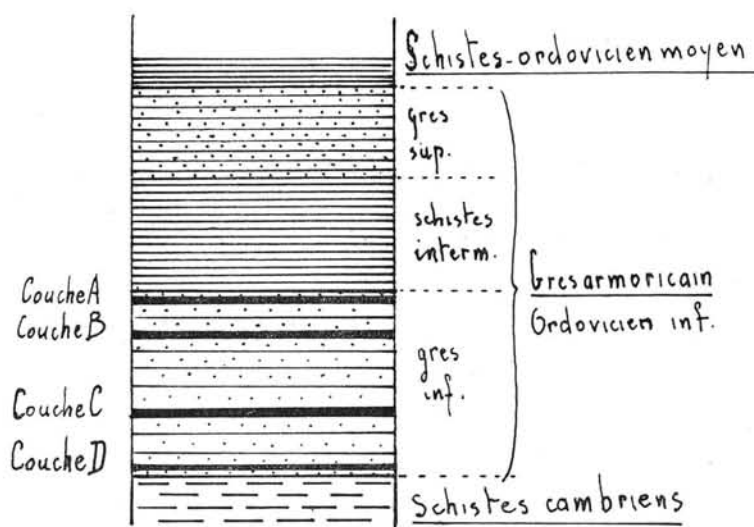


FIG. 1. — Position stratigraphique des couches de minerai de fer

F. KERFORNE qui, en 1918, a fixé la terminologie encore utilisée actuellement (Fig. 1).

Couche A : 5 à 10 m sous les schistes intermédiaires.

Couche B : 40 à 50 m sous la couche A.

Couche C : environ 100 m sous la couche B.

Couche D : presque à la base du grès armoricain inférieur.

Dans la région étudiée, l'existence du minerai est connue depuis fort longtemps et les restes d'anciennes exploitations ne sont pas rares ; la plus récente d'entre elles est celle du puits de Chamont (la Ferrière) fermé depuis la première guerre mondiale. Il faut noter que le minerai actuellement exploité à Segré et à Chazé-Henry, a la même position stratigraphique que celui qui sera étudié ici.

Etude sommaire du grès armoricain : Avant d'aborder l'étude du minerai proprement dit, nous examinerons rapidement les caractères pétrographiques et structuraux des divers niveaux qui constituent le grès armoricain. Le grès inférieur et le grès supérieur ne sont guère différents l'un de l'autre : ce sont généralement des grès gris ou noirs souvent très quartziteux ; ils contiennent du feldspath en proportion variable ; ce minéral s'altère rapidement à l'air en provoquant un blanchissement du grès.

Les schistes intermédiaires présentent des caractères intéressants du point de vue sédimentologique ; ils sont constitués d'alternances très fines de schistes noirs et de grès plus clairs ; l'épaisseur de ces lits alternés varie de quelques centimètres à un ou deux millimètres. A certains niveaux on remarque des structures tubuliformes plus ou moins complexes orientées perpendiculairement à la surface des lits schisto-gréseux et qui peuvent être considérées comme des terriers d'animaux fouisseurs (Fig. 3). La sédimentation finement rythmée, la présence de terriers d'animaux fouisseurs, laisse à penser que le niveau des schistes intermédiaires s'est déposé en eaux relativement peu profondes.

ETUDE DU MINERAI DE FER ENTRE BAIN-DE-BRETAGNE ET SENONNES.

Bien qu'un certain nombre des sondages exécutés dans la région aient recoupé les couches A et B de minerai, nous ne donnerons ici que les résultats concernant la couche A. Parmi tous les sondages, j'en ai retenu 22, les autres ayant été éliminés le plus souvent à cause de la forte altération atteignant la couche.

1. Les constituants minéralogiques :

Deux procédés essentiels d'étude sont généralement employés pour la détermination des constituants minéralogiques des minerais : les plaques minces et les sections polies.

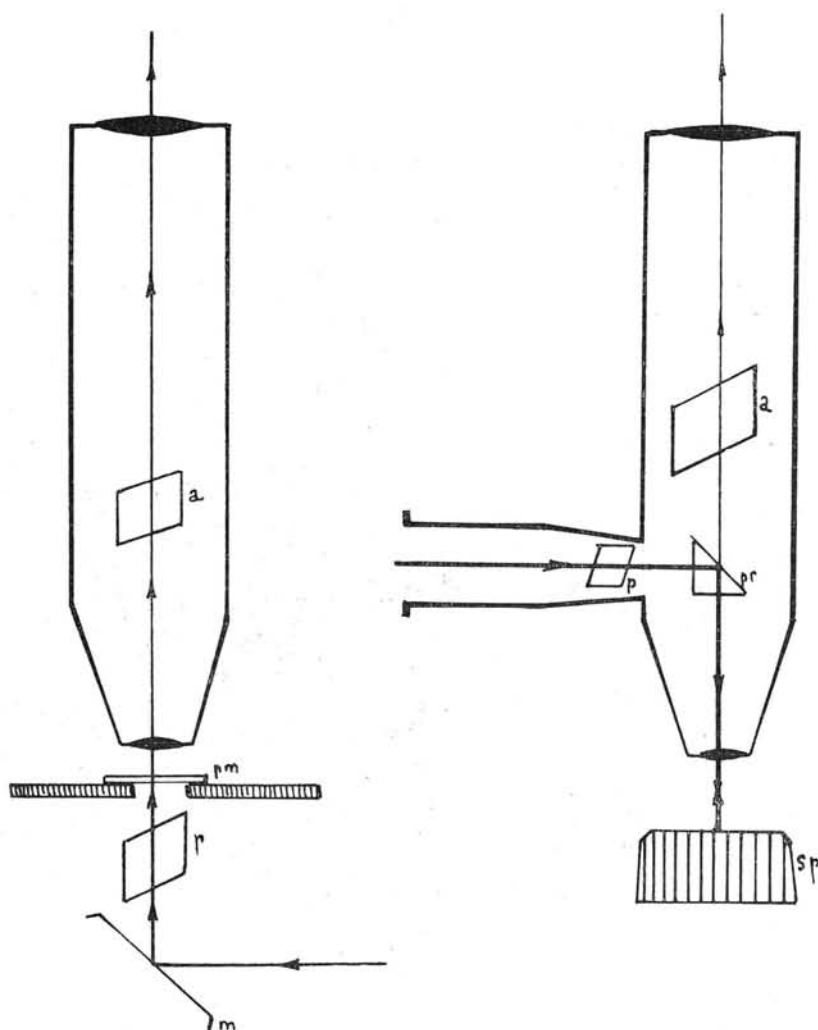


FIG. 2. — Microscope pétrographique (à gauche) et métallographique (à droite)

a : analyseur ; m : miroir ; p : polariseur ; pm : plaque mince ; pr : prisme ; sp : section polie.

Les plaques minces sont des fragments de roche que l'on use de manière à obtenir des lamelles à faces parallèles d'épaisseur extrêmement faible ; celles-ci sont collées sur des lames de verre et examinées, par transparence, au microscope pétrographique ; elles permettent donc de déterminer les constituants transparents.

Pour obtenir une section polie de minéral, on prélève un fragment assez important de l'échantillon et l'on y dresse une face plane que l'on polit très soigneusement en employant des abrasifs de plus en plus fins ; le polissage est terminé sur un disque de feutre tournant à grande vitesse et arrosé d'oxyde de chrome ou d'alumine en suspension dans l'eau. Ces sections sont observées au microscope métallographique ; ce microscope est construit de manière à ce que la lumière issue de la source lumineuse soit acheminée par l'axe de l'objectif jusqu'à la surface de l'échantillon, une partie de la lumière incidente est alors absorbée,



FIG. 3. — Terrier d'animal fouisseur dans les schistes intermédiaires et aspect des fines intercalations grésoschisteuses. Echelle : 1 mm.

(Photos J.-J. Chauvel)

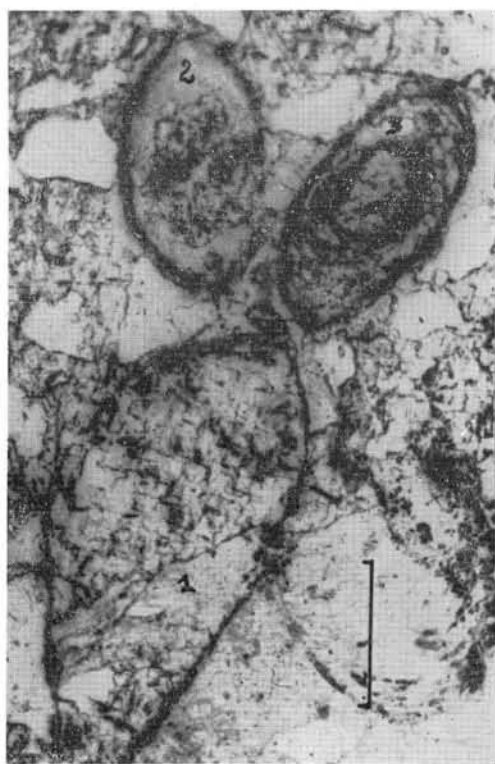


FIG. 4. — Oolites variées dans un minéral riche en sidérose :

1 : il n'existe plus de cette oolithe que la forme extérieure.

2 : un corps central de sidérose et une large enveloppe de sidérose.

3 : oolithe de sidérose et de chlorite en zones mal individualisées. Des trainées de limonite indiquent cependant une structure grossièrement concentrique. Echelle : 0,1 mm.

l'autre partie est réfléchi et atteint l'oculaire après avoir traversé l'objectif (Fig. 2). Suivant les proportions de lumière réfléchi et de lumière absorbée, les minéraux apparaissent plus ou moins brillants : on dit que leur pouvoir réflecteur est plus ou moins élevé. D'autre part, les minéraux constituant un échantillon sont généralement de couleurs variées ; ils réfléchissent donc des lumières de couleurs diverses ; enfin, le microscope métallographique comportant un système polariseur-analyseur, il est possible de polariser la lumière incidente et d'analyser la lumière réfléchi et d'obtenir ainsi des critères supplémentaires de détermination extrêmement précieux.

2. Les sels de fer :

La magnétite est un oxyde de fer opaque, attirable à l'aimant. Le pouvoir réflecteur en section polie est assez fort et la couleur est blanc rosé.

Nous comprendrons sous le nom de limonite, les oxydes de fer hydratés plus ou moins complexes. Souvent pulvérulents, ils présentent une couleur ocre très caractéristique.

La pyrite est un sulfure de fer opaque donnant des cristaux cubiques de couleur jaune brillant.

Les chlorites sont des minéraux complexes contenant surtout de la silice de fer et de l'aluminium ; les cristaux très plats, « en paillettes », ressemblent un peu à ceux des micas ; très transparents, ils peuvent présenter toutes les teintes du vert à l'incolore.

La sidérose est un carbonate de fer ; elle se présente généralement en cristaux ou en plages transparentes, incolores, très souvent jaunies par un peu de limonite.

3. Les minéraux de la gangue :

Les sels de fer précédents constituent la partie productive du minerai ; ils sont accompagnés de minéraux non ferreux qui constituent la gangue stérile.

Le quartz est un minéral transparent, incolore, constitué essentiellement de silice. Dans les échantillons étudiés, on le rencontre sous deux formes : le quartz détritique et le quartz de néoformation.

Le quartz détritique se présente en grains de contours plus ou moins arrondis ; ces grains ont été roulés et transportés avant leur dépôt.

Dans le quartz de néoformation les éléments sont très anguleux ; ils peuvent aussi constituer des plages à contours irréguliers. Le quartz de néoformation s'est formé par cristallisation au sein même du minerai et postérieurement à son dépôt, à la suite de transformations chimiques internes ou après apport de solutions riches en silice dissoute.

L'apatite est un phosphate de calcium transparent, incolore, très limpide et qui donne des cristaux de très petite taille.

Le quartz constitue la majeure partie de la gangue, l'apatite est fréquente et l'on rencontre en plus quelques minéraux en faibles proportions : zircon, tourmaline, etc...

4. La structure du minéral :

Dans presque tous les échantillons étudiés, on peut mettre en évidence une structure oolithique (Fig. 5).

Les oolithes sont typiquement des corpuscules arrondis de quelques centaines de microns de longueur. Ils sont constitués d'un noyau central entouré d'enveloppes concentriques très fines qui peuvent être constituées de divers minéraux suivant les cas. Dans les échantillons de minéral étudiés, on ne retrouve le plus souvent que la forme extérieure des oolithes, la fine structure concentrique des enveloppes ayant été oblitérée par divers phénomènes de recristallisation postérieurs au dépôt.

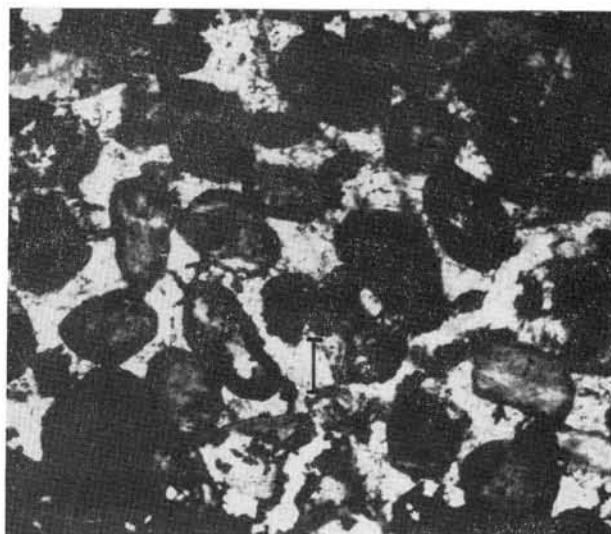


FIG. 5. — Aspect général de la structure oolithique du minéral. Plaque mince exécutée dans un échantillon de minéral à oolithes de magnétite et de chlorite emballées dans un grès très riche en chlorite incolore. Echelle : 0,1 mm.

(Photo J.-J. Chauvel)

Les oolithes du minéral peuvent être constituées de chlorite, de sidérose ou de magnétite ou de deux ou trois de ces minéraux répartis en zones irrégulières et plus ou moins concentriques. Quand le noyau est encore visible, il s'agit le plus souvent d'un élément de quartz ou d'un grain de zircon (Fig. 4 et 6).

La gangue emballant les oolithes ferri-fères est le plus souvent un grès chloriteux.

Parfois les oolithes sont absentes et le minéral est constitué soit de chlorite presque pure et plus ou moins finement cristallisée, soit de sidérose et de chlorite, soit de quartz de chlorite et de magnétite offrant dans ce cas une structure de grès minéralisé.

Les teneurs en fer, déterminées par analyses chimiques, sont variables d'un sondage à l'autre et, dans un même sondage, d'un point à l'autre de la couche, sur la totalité des sondages effectués entre Bain-de-Bretagne et Senonnes, treize ont recoupé une couche A contenant des passées assez épaisses (plus de 40 cm) contenant plus de 40 % de fer et moins de 20 % de silice. Le reste du minéral contient généralement entre 30 % et 40 %

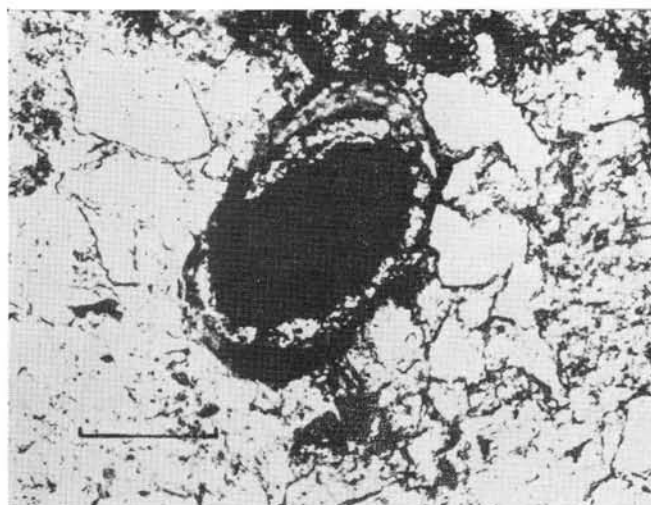


FIG. 6. — Oolithe de magnétite montrant deux zones grossièrement concentriques, l'une de sidérose, l'autre (la plus courte et la plus externe) de chlorite. Echelle : 0,1 mm.

(Photo J.-J. Chauvel)

de fer et moins de 30 % de silice. On rencontre aussi du minerai nettement plus pauvre : moins de 30 % de fer qui peut constituer des niveaux intercalés entre des niveaux plus riches et même constituer la presque totalité de la couche.

Nous avons vu qu'une partie du quartz pouvait être postérieure à la période de dépôt, être « néoformée » ; il en est de même pour un certain nombre de minéraux en particulier la sidérose et la chlorite qui, en partie tout au moins, ont cristallisé au sein du minerai déjà consolidé. L'étude minutieuse des rapports mutuels des divers minéraux entre eux permet d'établir une chronologie relative de leur individualisation et, par là même, des diverses transformations internes subies par le minerai ; les résultats détaillés concernant ce chapitre de l'histoire du minerai seront publiés ultérieurement.

QUELQUES REMARQUES CONCERNANT L'ORIGINE ET LA FORMATION DU MINERAL.

L'origine, le transport et le mode de dépôt des sels de fer sont actuellement mal connus et très discutés ; plusieurs hypothèses sont prises en considération et nous nous garderons bien d'essayer ici de trancher la question, jugeant les résultats obtenus par nous encore trop partiels et trop localisés.

On peut cependant donner quelques précisions en ce qui concerne les oolithes, les observations effectuées entre Bain-de-Bretagne et Senonnes confirmant les observations d'autres auteurs sur les minerais de régions et de positions stratigraphiques différentes (minerai de Lorraine, minerai de Normandie) :

— si l'on étudie la répartition des tailles des oolithes, on obtient un résultat semblable à celui obtenu pour des grains détritiques comme le quartz par exemple ; on peut donc penser que les oolithes ne se sont pas individualisées au sein du sédiment,

mais se sont formées dans une eau riche en sels de fer dissous et ont subi ensuite les processus typiques de sédimentation ;

— on remarque assez fréquemment des oolithes déformées en forme de haricot par le voisinage immédiat d'autres oolithes ; il semble donc, qu'au moment du dépôt, les corps oolithiques étaient encore sous un état semi-plastique ;

— certaines observations très minutieuses ont permis de montrer dans des minerais moins transformés que ceux que nous étudions (Lorraine, Normandie) que le lieu de sédimentation des oolithes et leur lieu de formation étaient différents.

Conclusions : Les observations effectuées sur les échantillons provenant des sondages exécutés entre Bain-de-Bretagne et Senonnes ont permis de confirmer les conclusions émises récemment par certains auteurs (BUBENICEK, COURTY...) sur les minerais de Lorraine et de Normandie, en particulier en ce qui concerne les rapports mutuels des divers minéraux et le mode de dépôt des oolithes.

D'autre part, une conclusion intéressante semble se faire jour : le minerai étudié ici et datant de l'Ordovicien inférieur est parvenu à un stade de transformation plus avancé que le minerai normand (Ordovicien moyen) et que le minerai lorrain (Secondaire-Aalénien). Il semble que l'abondance des minéraux néoformés et l'altération des fines structures concentriques des oolithes s'accroissent avec l'âge du minerai considéré. Dans le minerai lorrain, les oolithes ont conservé leur structure concentrique avec toute sa finesse et, si les néocristallisations ne sont pas rares, elles ne troublent jamais la structure originelle du minerai. Des transformations plus importantes sont observées dans le minerai normand. Quant au minerai de l'Ordovicien inférieur qui nous intéresse ici, les transformations internes sont si importantes que la structure intime des oolithes est presque toujours effacée et que, très souvent, les oolithes elles-mêmes ont disparu, ne laissant subsister que leurs contours extérieurs à l'état de traces plus ou moins diffuses au sein de plages largement cristallisées de quartz ou de sidérose.