

## ÉTUDE MINÉRALOGIQUE DU MINÉRAI DE FER OOLITHIQUE D'AUBOUÉ, BASSIN DE BRIEY

PAR M<sup>lle</sup> S. Caillère ET F. Kraut <sup>1</sup>.

PLANCHE XVIII.

L'Institut de Recherches de la Sidérurgie a bien voulu nous confier l'étude de sept échantillons prélevés dans le gîte d'Auboué.

Quel que soit le niveau auquel ils appartiennent, ces minerais possèdent des traits communs qui donnent à l'ensemble une certaine unité minéralogique. Dans tous, les éléments opaques ne jouent qu'un rôle accessoire, aussi l'examen microscopique en lumière transmise et l'analyse thermique différentielle sont les principales méthodes utilisées au cours de cette étude.

**I. Couche rouge.** — Nous avons à Auboué un représentant typique de la couche rouge avec des oolithes ferrugineuses cimentées par une gangue calcaire et des organismes réunissant à la fois ces deux éléments.

En plaque mince, les ovoïdes paraissent homogènes, ils sont dépourvus de noyaux transparents et on voit à peine la structure concentrique de leur zone corticale (fig. 3, pl. XVIII). Cependant l'examen en lumière réfléchie montre qu'elles renferment parfois un noyau de limonite.

A côté des débris de quartz peu nombreux, on observe une multitude de fragments opaques. Nous pensons qu'il s'agit là de fossiles épigénisés par l'hydroxyde de fer. On voit d'ailleurs des organismes constitués soit par la calcite, soit par l'association du carbonate, tantôt avec la stilpnosidérite, tantôt avec la limonite et aussi avec la chlorite. Exceptionnellement, la pyrite intervient dans l'épigénie des organismes. On rencontre, en outre, des débris osseux phosphatés qui agissent parfois nettement sur la lumière polarisée.

Dans la gangue constituée par un agrégat calcaire localement teintée par l'hydroxyde de fer, se développent la pyrite et de fines veines de limonite.

La seule particularité à remarquer de ce minerai est le nombre restreint des fragments de quartz habituellement très abondants dans les couches rouges.

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1948.

8 juin 1949.

Bull. Soc. Géol. Fr. (5), XVIII. — 31

La courbe thermique comporte une faible inflexion endothermique vers 150°, correspondant à la déshydratation de la stilpnosidérite suivie d'un grand crochet vers 320° traduisant la présence de la limonite. La chlorite est mise en évidence par un crochet endothermique débutant vers 500° et par une inflexion également endothermique à peine indiquée vers 600°, suivie d'un crochet exothermique faible vers 680°. Enfin, le crochet à 800° est dû à la dissociation de la calcite (courbe I, fig. 1).

Remarquons que l'échantillon fait à froid une vive effervescence avec l'acide chlorhydrique. L'intérêt principal de cette courbe est de souligner l'importance de l'hydroxyde de fer cristallisé.

**II. Couche jaune.** — Cette couche est très comparable à celle de l'horizon précédent.

Composées d'hydroxydes de fer, les oolithes ont fréquemment un noyau de quartz corrodé par le carbonate de calcium et entouré d'un liseré de chlorite. Elles englobent aussi parfois un débris d'organisme calcaire et ferrugineux et rarement un noyau opaque. Le quartz clastique forme des fragments partiellement remplacés par la calcite et on compte un nombre relativement restreint de débris indifférenciés de limonite probablement d'origine organique.

La contribution des organismes est importante. La plupart sont calcaires et montrent des déformations curieuses, dues aux tassements des oolithes. Dans d'autres, la calcite s'associe à la limonite ou à la chlorite.

Le ciment est essentiellement calcaire, quelquefois un liseré de chlorite se forme autour des oolithes et des fragments. Sur la gangue se détachent, par endroits, des concrétions arrondies dans lesquelles on distingue des cristaux rhomboédriques de sidérose nettement en relief sur la calcite.

L'analyse thermique (courbe II, fig. 1) révèle, par l'ampleur relative des crochets à 150° et à 320°, un développement important de l'hydroxyde de fer cristallisé par rapport à la stilpnosidérite. L'inflexion à 500° correspond essentiellement à la chlorite. Toutefois elle est peut-être due en partie à la sidérose. Cependant, un crochet à 820° bien développé indique que le carbonate est presque exclusivement de la calcite. L'examen microscopique et le comportement vis-à-vis de l'acide chlorhydrique permettent de tirer la même conclusion.

**III. Couche grise.** — Alors que par ses ovoïdes ferrugineux la couche grise rappelle les deux niveaux précédents, elle s'en distingue par une gangue chloriteuse.

Quelques oolithes englobent un noyau calcaire dans lequel on reconnaît des résidus de quartz ou un fragment de limonite. On retrouve ces mêmes éléments en dehors des oolithes.

En ce qui concerne leur composition minéralogique, les organismes sont analogues à ceux des couches rouge et jaune. Ils sont calcaires, calcaires et ferrugineux, calcaires et silicatés. En outre des débris d'os apparaissent constitués par un phosphocarbonate de chaux nettement anisotrope (fig. 2, pl. XVIII). Comme partout ailleurs, dans la couche grise un liseré de chlorite entoure les oolithes tandis que le reste des espaces interoolithiques est occupé soit par ce même minéral, soit par la calcite.

La courbe thermique (courbe III, fig. 1) révèle la présence de l'hydroxyde de fer colloïdal et cristallin, de la chlorite et du carbonate de calcium.

**IV. Couche brune.** — Dans ce minerai, caractérisé par l'abondance des fragments de quartz et par une gangue riche en mica, les oolithes sont ferrugineuses.

Elles renferment assez souvent un noyau de quartz ou de limonite. Cette dernière se retrouve en anneaux dans la zone corticale. C'est l'horizon le plus riche en éléments opaques du gîte d'Auboué.

Les organismes sont, eux aussi, en partie épigénisés par la limonite associée à la calcite ou à stilpnosidérite. D'autres sont uniquement calcaires.

La gangue est fortement imprégnée de matières ferrugineuses et on ne voit que localement sa nature calcaire et chloriteuse.

La courbe thermique (courbe IV, fig. 1) est très analogue à celle de la couche jaune, mais le crochet de la stilpnosidérite est plus marqué et celui de la calcite un peu moins accentué. Ceci vient à l'appui des observations microscopiques au sujet de la gangue.

**V. Couche noire.** — La couche noire représente un type de minerai assez particulier par la répartition des minéraux. En effet, alors qu'habituellement la chlorite se loge soit dans la gangue, soit dans la zone corticale des ovoïdes, elle est liée ici au quartz clastique et forme aussi un liseré autour des fragments et des organismes.

Les oolithes ont une zone corticale ferrugineuse, englobant des noyaux compacts assez curieux. A l'exception de quelques-uns formés par la limonite, la plupart renferment un fragment de quartz presque entièrement résorbé par la calcite, l'ensemble étant enveloppé dans une plage de chlorite. Des fragments montrant la même association se retrouvent en dehors des ovoïdes. Très souvent le quartz cède entièrement la place à la chlorite. On observe aussi de nombreux débris ferrugineux probablement d'origine organique et des concrè-

tions de stilpnosidérite renfermant tantôt du quartz et de la calcite, tantôt un phosphate cristallisé.

Un grand nombre d'organismes sont constitués par la calcite, un liseré de chlorite entoure certains d'entre eux. D'autres représentent une association de la calcite et de la limonite. Enfin les débris d'os

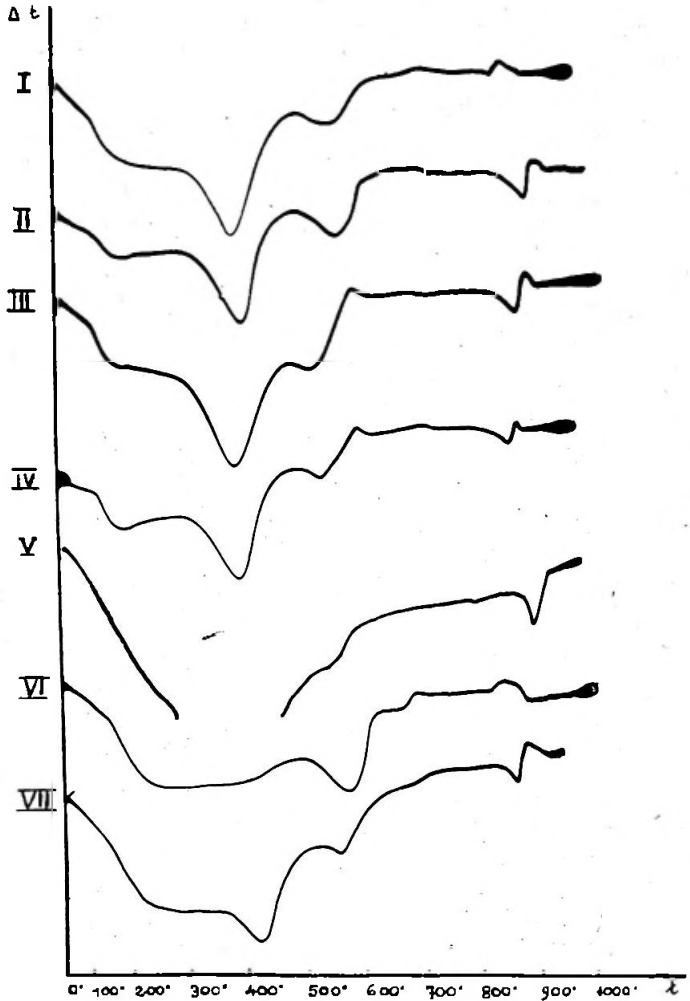


FIG. 1. — Courbes thermiques des minerais d'Auboué.

I : couche rouge ; II : couche jaune ; III : couche grise ; IV : couche brune ; V : couche noire ; VI : couche verte ; VII : marne rose.

phosphatés plus ou moins épigénisés par la limonite ne sont pas rares.

Le minéral est cimenté par un agrégat grenu de calcite.

La courbe thermique montre la prédominance de l'hydroxyde de fer cristallisé et de la calcite. Le premier est indiqué par un très fort crochel vers 320°, la seconde mise en évidence par une inflexion à 870°, enfin un petit phénomène endothermique vers 530° correspond à la chlorite (courbe V, fig. 1).

**VI. Couche verte.** — Ce minéral attire l'attention par sa coloration verte très vive. Il renferme des zones pyriteuses visibles à l'œil nu.

Au microscope, il présente un aspect curieux. Les oolithes étant très mal formées se confondent pour ainsi dire avec la gangue (fig. 1, pl. XVIII). L'ensemble présente une certaine texture fluidale. De plus, la couche verte se distingue des autres niveaux par la répartition des minéraux. En effet, les ovoïdes, essentiellement ferrugineux ailleurs, sont constitués ici par la chlorite. Dans la zone corticale ce minéral est assez clair, par contre il forme autour des ovoïdes un liseré vert plus foncé. Parfois, le quartz associé au carbonate occupe le centre des oolithes, mais le plus souvent, le noyau fait défaut.

Le ciment est lui-même essentiellement chloriteux et seulement par endroits calcaires. C'est précisément dans les parties carbonatées que les oolithes montrent un développement assez normal.

Des fragments mixtes quartz-calcite sont nombreux. Les organismes montrent l'association de la calcite avec la chlorite ou avec la pyrite et on observe quelques os phosphatés. Aucun hydroxyde de fer n'apparaît en lumière réfléchie. Par contre les plages de pyrite abondent dans la préparation.

La courbe thermique est nettement différente de celles des autres horizons d'Auboué. Elle débute par un crochet endothermique très large correspondant à une matière colloïdale probablement ferrugineuse, imprégnant la chlorite. L'inflexion de la limonite est à peine amorcée. Les seuls crochets bien développés sont ceux de la chlorite (crochets endothermiques à 500° et 600° avec un petit phénomène exothermique vers 680°). La calcite est mise en évidence par deux inflexions vers 820° et 850° (courbe VI, fig. 1).

**VII. Marne rose.** — Cet échantillon renferme un grand nombre d'oolithes. Il est riche en organismes et rien d'essentiel ne le différencie des autres niveaux.

Les ovoïdes ferrugineux sont relativement opaques et possèdent souvent un noyau en limonite. Le même minéral forme des anneaux

dans la zone corticale. A côté des fragments opaques, on observe du quartz clastique en grains assez gros ou en débris minuscules.

Les organismes montrent une grande variété de composition minéralogique. Certains sont constitués par de la calcite. Dans d'autres, le carbonate accompagne la stilpnosidérite ou la limonite et parfois la chlorite. Des os phosphatés ne sont pas rares.

Dans le ciment calcaire, imprégné de matières ferrugineuses, on reconnaît par endroits la chlorite. Le mica muscovite apparaît en nombreuses paillettes dans les espaces interoolithiques ainsi que des amas de minuscules grains de pyrite.

L'analyse thermique donne une courbe du même type que les minerais du gisement. La présence des hydroxydes de fer, de la chlorite et de la calcite est indiquée par des crochets bien marqués (courbe VII, fig. 1).

Nous donnons dans un tableau le schéma de la composition minéralogique des différents niveaux du gîte d'Auboué.

L'examen de ce tableau montre que les mêmes constituants se retrouvent dans toutes les couches. En ce qui concerne leur répartition, on peut faire les observations suivantes : les produits ferrugineux se concentrent dans les oolithes et dans les organismes, ces derniers fixent d'ailleurs d'une façon générale à la fois les minéraux des ovoïdes et ceux de la gangue. Les espaces interoolithiques sont le domaine principal de la calcite et de la chlorite. Dans la couche verte, cette dernière entre également dans la constitution des oolithes.

Alors que l'examen microscopique nous renseigne sur la répartition des minéraux dans les différents éléments du minerai, il n'indique pas toujours d'une façon satisfaisante leurs proportions relatives. En effet, lorsque les constituants sont bien cristallisés et purs, leur importance apparaît nettement, or, plusieurs d'entre eux se trouvent dans ces minerais à l'état colloïdal ou cryptocristallin finement dispersés dans la gangue calcaire ou dans les ovoïdes ferrugineux. Dans ces conditions il est difficile de se faire une idée de l'importance quantitative du minéral dispersé et du milieu qui lui sert de support. Pour montrer le parti que l'on peut tirer de l'analyse thermique différentielle dans ce cas, nous commenterons la fig. 1 où sont réunies les courbes thermiques des échantillons d'Auboué.

En ce qui concerne les produits ferrugineux, la limonite est plus largement développée que l'hydroxyde colloïdal. Cette constatation n'est pas aisée au microscope, car il s'agit de produits en voie d'évolution vers un terme plus largement cristallisé. En effet, les caractères optiques des microcristaux ne peuvent être observés avec précision à cause de leurs faibles

| Couches    | OOLITHES                            |                   | FRAGMENTS   | ORGANISMES   | GANGUE                             | COMPOSITION GLOBALE  |
|------------|-------------------------------------|-------------------|---|--|------------------------------------|--|
|            | NOYAUX                              | ZONE CORTICALE    |   |  |                                    |  |
| Rouge      | limonite                            | hydroxydes de fer | quartz, limonite                                      | calcite, chlorite, hydroxydes de fer, phosphocarbonate, pyrite | calcite                            | hydroxydes de fer, calcite, quartz, chlorite, phosphocarbonate, pyrite |
| Jaune      | quartz, calcite, chlorite, limonite | hydroxydes de fer | quartz, calcite, limonite                             | calcite, chlorite, hydroxydes de fer                           | calcite, chlorite, sidérose        | hydroxydes de fer, calcite, sidérose, chlorite, quartz                 |
| Gris       | quartz, calcite, limonite           | hydroxydes de fer | quartz, calcite, limonite                             | calcite, chlorite, hydroxydes de fer, phosphocarbonate         | chlorite, calcite                  | hydroxydes de fer, calcite, chlorite, quartz, phosphocarbonate         |
| Brune      | quartz, limonite                    | hydroxydes de fer | quartz, limonite                                      | calcite, hydroxydes de fer                                     | calcite, stilpnosidérite, chlorite | hydroxydes de fer, calcite, quartz, chlorite                           |
| Noire      | quartz, calcite, chlorite, limonite | hydroxydes de fer | quartz, limonite, phosphocarbonate, calcite, chlorite | calcite, chlorite, hydroxydes de fer, phosphocarbonate         | calcite                            | hydroxydes de fer, calcite, quartz, phosphocarbonate                   |
| Verte      | quartz, limonite                    | chlorite          | quartz, calcite, pyrite                               | calcite, chlorite, pyrite, phosphocarbonate                    | chlorite, calcite                  | chlorite, calcite, pyrite, quartz, phosphocarbonate                    |
| Marne rose | limonite                            | hydroxydes de fer | quartz, limonite                                      | calcite, chlorite, hydroxydes de fer, phosphocarbonate         | calcite, stilpnosidérite, chlorite | hydroxydes de fer, calcite, chlorite, quartz, phosphocarbonate         |

dimensions et parce qu'ils sont enrobés dans de la matière amorphe.

Par ailleurs, la chlorite est mise en évidence par des crochets de tailles variables qui donnent une idée de l'importance de ce minéral dans chaque niveau. Le troisième élément commun à tous ces échantillons est la calcite dont on peut également apprécier le rôle d'après le développement du crochet correspondant.

En résumé, une certaine uniformité minéralogique caractérise tout le gîte d'Auboué. Cependant la couche verte se singularise par le fait qu'ovoïdes et gangue y sont chloriteux, alors qu'en général ces deux éléments sont formés de minéraux différents. Ceci présente un intérêt au point de vue théorique. En effet, contrairement aux idées généralement admises, il n'y a pas lieu d'envisager ici, comme deux phases successives, la formation des ovoïdes et le dépôt du ciment, ces deux éléments étant de même nature minéralogique et très peu différenciés. D'autre part, l'hypothèse d'une origine calcaire des oolithes doit être écartée dans ce milieu largement silicaté.

Soulignons enfin deux particularités de ces minerais, le rôle essentiel des organismes dans la fixation du fer et la faible importance des éléments clastiques.

---

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII

##### MINÉRAIS D'AUBOUÉ.

###### *Examen microscopique en lumière transmise.*

- FIG. 1. — *Couche verte.* Lumière naturelle. Grossissement 80.  
Oolithes mal formées en chlorite se confondant presque avec la gangue chloriteuse. Fragments de quartz clastique.
- FIG. 2. — *Couche grise.* Entre nicols croisés. Grossissement 220.  
Tissus phosphatés à texture fibreuse agissant nettement sur la lumière polarisée.
- FIG. 3. — *Couche rouge.* Lumière naturelle. Grossissement 80.  
Oolithes et organisme ferrugineux dans gangue calcaire.
-