

## SUR L'HYDROTALCITE DE SNARUM (NORVÈGE)

PAR M<sup>lle</sup> S. CAILLÈRE.

A l'occasion de la description du minéral de Bou Oufroh (1) j'ai repris l'étude d'un groupe d'hydrocarbonates magnésiens complexes comprenant la stichtite, variété chromifère, la brugnatellite (2) ferrifère et l'hydrotalcite alumineuse.

Cette dernière est connue dans deux gisements seulement à Snarum en Norvège où elle a été décrite pour la première fois (3) et à Chichine en Oural (4). Tout récemment j'ai signalé quelques nouveaux caractères spécifiques de cette espèce (5).

Dans la présente étude je voudrais décrire l'hydrotalcite de Snarum avec plus de détails, examiner ses conditions de gisement, insister sur ses propriétés thermiques et en conclusion donner quelques précisions sur sa genèse.

*Gisement.* — A Snarum l'hydrotalcite est associée à de la serpentine noble d'un jaune cireux ou légèrement verdâtre. Celle-ci se présente sous deux formes soit en masses irrégulières, englobant fréquemment de la chromite, ou en gros et beaux cristaux prismatiques, tout à fait remarquables (6). L'antigorite est souvent accompagnée, dans les échantillons que j'ai eus à ma disposition, par de la giobertite translucide, bien cristallisée, présentant des clivages rhomboédriques très nets. C'est dans cette roche que l'on trouve l'hydrotalcite soit en filonnets soit en enduits.

*Facies.* — Ce minéral ne se présente pas sous forme de cristaux distincts mais en lamelles groupées et contournées. Onctueux au toucher il est rayé à l'ongle et possède la dureté du gypse.

*Coloration et éclat.* — Cet hydrocarbonate est d'un blanc laiteux ; il possède un éclat nacré. Sa poussière est blanche. Il est transparent en esquille mince.

*Étude microscopique.* — L'hydrotalcite est un minéral lamellaire constitué par une mosaïque de petites plages dans lesquelles les lamelles souvent déformées présentent presque toutes une même orientation (Pl. I, fig. 1). Celles-ci ont une extinction de quelques degrés. Ce minéral, considéré comme hexagonal, devrait présenter une extinction droite. Le petit angle que j'ai observé est peut-être dû à la déformation des lamelles qui rend difficile l'appréciation de l'extinction. Toutes ces lamelles ont un allongement positif, et sont optiquement biaxes négatives. Elles présentent d'autre part un clivage facile suivant l'allongement.

Les indices de réfraction, mesurés par la méthode d'immersion pour la lumière jaune et en prenant comme liquide l'anisol, ont pour valeurs :

$$n'_g = 1,510 \qquad n'_p = 1,503.$$

En dehors de ces caractères optiques l'examen microscopique montre au milieu de l'agrégat d'hydrotalcite de nombreuses petites plages arrondies d'antigorite (Pl. I, fig. 2) présentant une belle structure calcédonieuse (7). Ces noyaux d'antigorite sont entourés par une zone formée par une phyllite très légèrement verdâtre dont les lamelles sont empilées en vermicules ou en éventails (Pl. II, fig. 1). Ces lamelles se distinguent nettement de l'hydrotalcite : elles ont en effet une extinction droite, un allon-

gement négatif, leurs indices de réfraction sont voisins de ceux de l'antigorite, leur biréfringence est à peu près celle du quartz. Il ne m'a pas été possible, étant donnée la petitesse de cette auréole, d'en isoler pour faire un spectre X. Cependant, d'après les caractères optiques observés, la zone phylliteuse entourant l'antigorite serait constituée par une chlorite. Ce diagnostic paraît d'autant plus vraisemblable que l'on remarque, par place, dans ces auréoles, de la chlorite très largement développée (Pl. II, fig. 2). Sur une de ces grandes lamelles j'ai pu constater que les deux indices de réfraction  $n'_p$  et  $n'_g$  sont tous les deux légèrement supérieurs à celui du nitrobenzène dont  $n = 1,562$ .

Dans l'hydrotalcite on observe en outre un minéral vert isotrope, très réfringent, qui peut être facilement identifié au spinelle. Il présente de beaux clivages cubiques et contient des inclusions orientées d'hématite. L'hydrocarbonate pénètre entre les fragments du spinelle et dans certains endroits on ne reconnaît l'emplacement d'un cristal qu'à la présence des aiguilles d'hématite.

L'examen microscopique montre encore de larges plages de giobertite. Ce minéral forme une agrégat grenu dans lequel on note la présence de nombreuses tablettes d'hématite, ce qui semble prouver que la giobertite, comme l'hydrotalcite, s'est substituée au spinelle.

Il faut noter aussi que l'hydrotalcite est placée, le plus souvent, au voisinage de l'antigorite entre celle-ci et la giobertite et signaler également que la giobertite se substitue à l'antigorite, en faisant apparaître, dans ce minéral, une structure résiduelle rappelant la structure maillée, dans laquelle la place du péricot serait occupée par le carbonate de magnésie.

Enfin dans la plaque mince il est encore possible de reconnaître des cristaux de chromite à contours cubiques

assez nets. La plupart de ces cristaux sont intacts, cependant j'ai pu voir autour de quelques-uns des houppes légèrement mauves et très biréfringentes de stichtite.

*Composition chimique.* — L'étude précédente montre qu'il est presque impossible d'arriver à obtenir une prise d'essai suffisamment pure pour que sa composition soit celle de l'hydrotalcite. Cependant il a été procédé à un triage à la pince aussi minutieux que possible et les résultats que j'ai obtenus sont les suivants (colonne I) :

	I	II
SiO <sup>2</sup>	4,40	»
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	19,88	19,03
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	1,10	0,38
CaO	0,11	»
MgO	33,90	35,82
CO <sup>2</sup>	7,97	8,08
H <sup>2</sup> O —	0,15	»
+	35,99	36,18
	<u>100,50</u>	<u>99,49</u>

Dans la colonne II figure la composition donnée par N. S. Kurnakov et C. C. Cernych (4) pour une hydrotalcite de Snarum.

En interprétant les données de l'analyse chimique en fonction des résultats de l'examen microscopique on constate que l'analyse I correspond à un mélange de 3,31 % d'antigorite, 1,10 % d'hématite, 8,50 % de spinelle et 87 % d'hydrotalcite dont la formule chimique est la suivante :



*Résultat de l'étude thermique différentielle.* — L'étude thermique, faite avec le dispositif différentiel de Saladin — Le Chatelier, donne une courbe (courbe I) présentant trois

inflexions endothermiques, les deux premières très importantes se placent vers 180° et vers 480° et caractérisent l'hydrotalcite. La troisième se produit vers 700° et traduit la présence d'une petite quantité de giobertite. Cette courbe rappelle celle obtenue avec la stichtite de Bou Oufroh (Maroc) (courbe II) dans laquelle les deux crochets endothermiques se placent vers 200° et vers 440°. De même avec la brugnatellite du Monte Ramazzo la courbe (courbe-III) montre aussi les deux phénomènes endothermiques vers 200° et 440° mais en outre deux autres inflexions à 650° et à 900° dues à la présence, dans l'échantillon italien, de l'antigorite  $\beta$  et du talc.

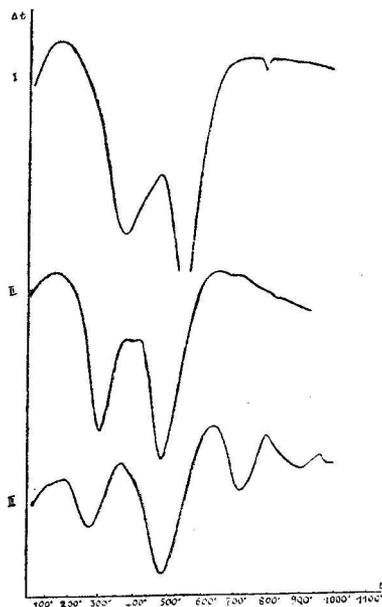


FIG. 1. — Courbes d'analyse thermique.  
I. Hydrotalcite de Snarum, Norvège. II. Stichtite de Bou Oufroh, Maroc.  
III. Brugnatellite Monte Ramazzo, Italie.

Il faut à ce sujet faire une remarque : N. S. Kurnakov et C. C. Cernych (4) rapprochent aussi l'hydrotalcite de l'hydrocarbonate magnésien ferrifère auquel ces auteurs donnent le nom de pyroaurite. J'ai indiqué dans une note précédente la raison pour laquelle il est préférable d'utiliser pour ce minéral le nom de brugnatellite (2).

Cependant les résultats de l'analyse thermique, faite par ces auteurs, différent de ceux que j'ai obtenus. En effet, N. S. Kurnakov et C. C. Cernych signalent quatre inflexions endothermiques dans la courbe de l'hydrotalcite : l'une vers 240° qu'ils rapportent à l'hydrargillite, une seconde vers 410° caractéristique de la brucite, une autre vers 540° qui est celle du diaspore, enfin une dernière à 700° qui est celle de la giobertite. Celle-ci a d'ailleurs été mise en évidence dans certaines de mes courbes mais elle ne caractérise pas l'hydrotalcite, elle indique seulement que la prise d'essai des auteurs russes contenait un mélange d'hydrocarbonate et de giobertite ce qui est très possible à cause de l'association intime de ces deux minéraux à Snarum. Les inflexions à 240° et à 410° doivent correspondre à celles que j'ai moi-même obtenues, quant au crochet à 510° il n'est apparu dans aucune de mes courbes.

*Produits de l'étude de calcination à température constante.* — Dans le but de préciser la signification des crochets mis en évidence par la courbe thermique différentielle (courbe I) j'ai chauffé ce minéral, à l'air, dans un creuset dont la température a été maintenue entre 300° et 320°, pendant 5 jours ; les pertes de poids ont été notées de la façon suivante :

Durée de chauffage	Perte de poids
41 heures	15,84%
89 heures	21,96%
113 heures	33,66%
118 heures	33,66%.

Donc au bout de 5 jours l'hydrotalcite a subi une perte de poids de 33,66 %, qui correspond sensiblement à la teneur en eau du minéral. Le premier crochet mis en évidence par l'analyse thermique accompagne le départ de l'eau ; l'inflexion à 480° manifeste le dégagement du gaz carbonique. D'autre part, l'hydrotalcite a été chauffée à l'air à 1400° pendant 40 minutes afin de pouvoir suivre, à l'aide des diagrammes de rayons X, les variations qui se produisent dans ce minéral, sous l'action d'une calcination prolongée.

*Étude cristalline à l'aide des rayons X.* — Le diagramme de Debye et Sherrer obtenu avec l'hydrotalcite présente d'assez nombreuses raies qui se superposent exactement à celles de la stichtite et de la brugnatellite.

Le minéral déshydraté ne montre plus aucune structure cristalline. Le départ de l'eau entraîne, dans cet hydrocarbonate, l'effondrement complet de l'édifice cristallin. Une observation identique a été faite avec un échantillon de stichtite du Transvaal qui, chauffé à 400° pendant 48 heures et ayant perdu 30 % de son poids, alors que sa teneur globale en eau est de 30,45 %, donne un spectre ne présentant plus aucune raie du minéral primitif. Le diagramme ne montre que l'amorce de trois nouvelles raies extrêmement faibles.

Après chauffage à 1000° l'hydrotalcite comme la stichtite sont de nouveau cristallisées et le spectre de ces deux substances met en évidence les raies de l'oxyde de magnésium. Dans ce spectre on retrouve les trois raies signalées ci-dessus, dans le cliché de la stichtite chauffée à 400°. Une calcination plus longue et à une température plus élevée augmente la cristallinité des poudres de ces hydrocarbonates dont les diagrammes montrent non seulement les raies du périclase mais aussi celles du spinelle.

Il semble donc que l'action de la chaleur puisse se résumer ainsi : à partir de  $180^{\circ}$  s'opère le dégagement de l'eau de constitution ; départ qui entraîne la destruction de la structure de l'hydrocarbonate, puis après le dégagement de  $\text{CO}^2$  vers  $450^{\circ}$ , recristallisation progressive de la poudre dans laquelle il est possible de mettre tout d'abord en évidence les raies caractéristiques de l'oxyde  $\text{MgO}$ , puis la recristallisation se poursuivant on reconnaît, nettement dans le produit calciné à  $1400^{\circ}$ , un mélange de périclase et de spinelle.

Cette étude permet de connaître avec plus de précisions les propriétés et aussi les conditions de formation de l'hydrotalcite de Snarum.

Par l'ensemble de ces caractères ce minéral appartient bien au groupe d'hydrocarbonates comprenant également la stichtite et la brugnatellite. Tous ces minéraux ont une même formule chimique. Ils ne diffèrent que par la nature de l'oxyde  $\text{R}^2\text{O}^3$ . Ils ont une même structure cristalline et des propriétés thermiques identiques. Le minéral de Snarum se trouve d'autre part dans un gisement particulièrement intéressant et à la phase la plus récente de ce gîte.

L'ordre de succession des minéraux paraît avoir été le suivant : tout d'abord formation de la chromite de l'hématite du spinelle vert, puis cristallisation de la chlorite et de l'antigorite dont le remplacement par la giobertite a été nettement mis en évidence.

Il semble bien, d'après l'examen microscopique, que l'aurole de chlorite entourant l'antigorite ait contribué à la formation de l'hydrotalcite.

D'autre part, les résultats de l'étude thermique, montrant que dès la température de  $180^{\circ}$  le minéral perd son eau de constitution, confirment ces résultats et tendent à démontrer que l'hydrocarbonate alumineux et magnésien est un

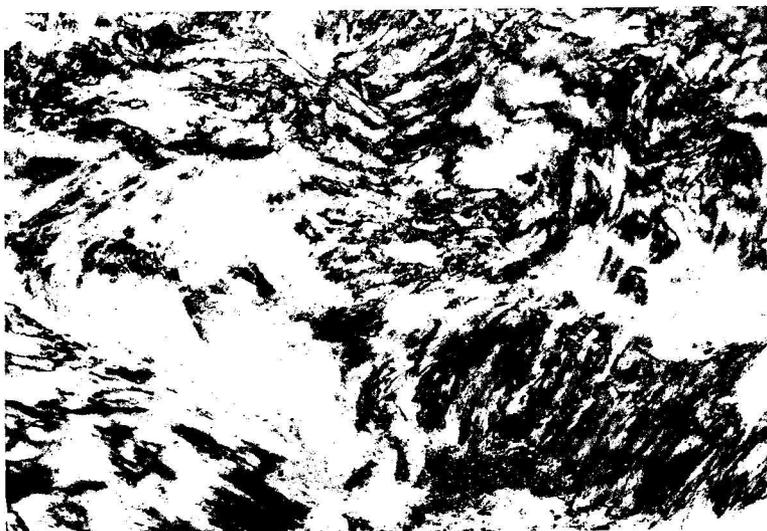


Fig. 1.—(nicols croisés,  $\times 80$ ) agrégat d'hydrotalcite



Cl. S. Caillière

Fig. 2.—(nicols croisés,  $\times 30$ ) noyau d'antigorite avec auréole de chlorite dans hydrotalcite

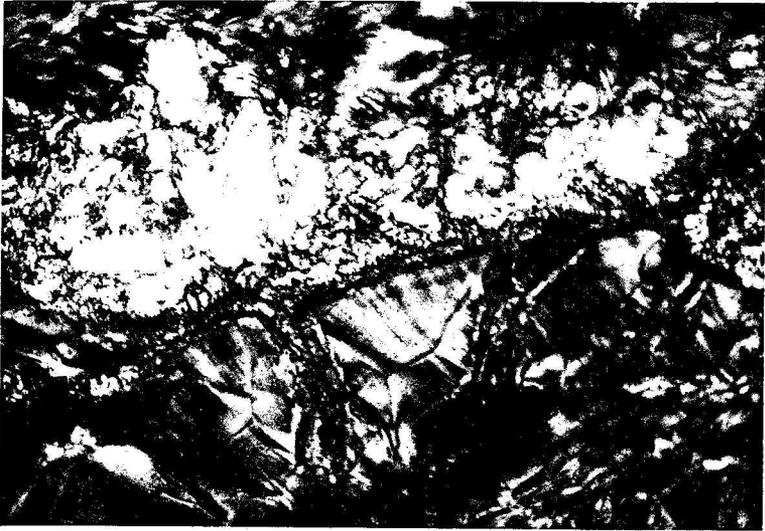


Fig. 1.—(nicols croisés,  $\times 80$ ) détail du contact antigorite chlorite



Cl. S. Caillière

Fig. 2.—(nicols croisés,  $\times 80$ ) dans l'auçole grand cristal de chlorite et veines de glauconite

minéral de basse température. Il est donc probable que l'hydrotalcite résulte de l'action des eaux chargées de  $\text{CO}_2$  et riches en magnésie, à une température voisine de  $100^\circ$ , sur les chlorites entourant les noyaux d'antigorite. L'hydrocarbonate alumineux trouverait, en effet, dans la chlorite, le  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nécessaire à sa formation.

Cette note donne quelques aperçus sur le gisement de serpentine de Snarum, mais bien des points restent à préciser et je me propose de reprendre dans un travail ultérieur une étude d'ensemble de ce gîte.

---

### BIBLIOGRAPHIE

1. S. CAILLÈRE. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 215, 1942, p. 420.
  2. S. CAILLÈRE. — *Bull. Soc. fr. Minér.*, t. 66, 1943, p. 494-502.
  3. HOCHSTETTER. — *Journ. pr. Chemie*, 1842, t. 27, p. 376.
  4. N. S. KURNAKOV, C. C. CERNYCH. — *Centralb. f. Miner.*, 1928, Abt. A, n° 10, p. 353.
  5. S. CAILLÈRE. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 249, 1944, p. 236-258.
  6. A. QUENSTEDT. — *Pogg. Ann. der Physik und Chemie*, t. 36, 1835, p. 370-379.
  7. *Minéralogie de la France et de ses Colonies*, t. I, Paris, 1893, p. 430.
-