

### Stalactites composites,

par P.-G. LIÉGEOIS.

1. La plupart des stalactites sont constituées de  $\text{CaCO}_3$  cristallisé sous forme de calcite, plus rarement d'aragonite. On en trouve en  $\text{CaSO}_4$  dans les cavernes et carrières de gypse et en  $\text{MgCO}_3$  dans la dolomie.

Un de mes élèves, actuellement ingénieur technicien, M. J. DOUCET, a recueilli dans la grotte de Solre-Saint-Géry, des stalactites entièrement formées de limonite.

Ce sont bien des stalactites : elles pendaient au plafond de la grotte, avec une goutte d'eau terminale à l'extrémité d'un canalicule axial par où l'eau nourricière avait apporté les sels ferriques. Elles avaient également les proportions normales pour ce genre de concrétions : un décimètre de long pour un centimètre de diamètre.

La salle où ces pièces ont été trouvées est très humide, et souvent entièrement noyée. Les concrétions sont spongieuses, pulvérulentes à sec; il y a fallu beaucoup de précautions pour les amener au laboratoire.

Pour H. BUTTGENBACH [1], la limonite se forme aisément aux dépens de tous composés ferreux par l'action de bactéries qui aident à leur dissolution et à leur précipitation sous forme d'hydrate ferrique.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'en 1940, la corrosion biologique des tubages d'acier des puits artésiens par les vibrions réducteurs avait été mise en évidence par P. MENARD, E. BERKALOF et V. CABASSO, mais ceci se passait en Tunisie à une époque, hélas, peu propice aux échanges internationaux [2].

La même thèse a été développée tout récemment par V. CAUMARTIN et PH. RENAULT à propos de la corrosion du Karst et de la genèse du mondmilch [3].

2. Ainsi donc, il semble bien établi et admis qu'il peut y avoir deux sortes de stalactitisations avec deux origines différentes.

Celle qui dépend du  $\text{CO}_2$  dissous dans l'eau qui s'infiltré et de la libération de ce même  $\text{CO}_2$  quand se présente une variation de température, de pression ou d'hygrométrie; elle est

valable pour les carbonates calciques et magnésiens; une théorie analogue permet d'expliquer les concrétions d'autres sels, comme les chlorures et les sulfates, dans des conditions de gisement favorables.

Celle qui ne dépend pas du  $\text{CO}_2$  dissous dans l'eau ou n'en dépend que pour une faible part; il s'agit d'eaux rendues agressives par la présence d'acides humiques et l'existence de micro-organismes vivant dans les sols végétaux. L'intervention du *Parabacterium spelei* a été bien exposée par V. CAUMARTIN et PH. RENAULT dans la note précitée, et aussi par F. TROMBE, dans son traité de spéléologie [4]. En résumé, les sulfures et les carbonates ferreux et manganéux sont transformés en hydroxyde ferreux, puis en limonite.

Tous ceux qui s'intéressent à la formation du « mondmilch » et des autres concrétions pulvérulentes, aux « nuages sous eau » <sup>(1)</sup>, aux « sapins d'argile » et aux « incrustations remontantes » des cavernes humides, liront avec fruit les études de CAUMARTIN, RENAULT et TROMBE.

Dans le Frasnien de Solre-Saint-Géry, où de nombreux fossiles sont transformés en concrétions pyriteuses et au toit duquel on a exploité l'oligiste de la Famenne, on ne s'étonnera nullement de trouver les conditions nécessaires et suffisantes pour l'élaboration de stalactites en limonite.

3. J'en arrive maintenant à mes stalactites composites, terme imprécis mais qu'on ne peut remplacer par stalactites calcaro-ferrugineuses, qui s'appliquerait à une concrétion hétérogène de calcaire ferrugineux.

Il s'agit de stalactites « mixtes » où des cercles de calcite et de limonite alternent et qui ne peuvent s'expliquer que par des modifications périodiques des conditions de formation. Le site géographique et géologique n'ayant pas changé, cette curiosité ne peut se comprendre que si l'on admet des variations du microclimat.

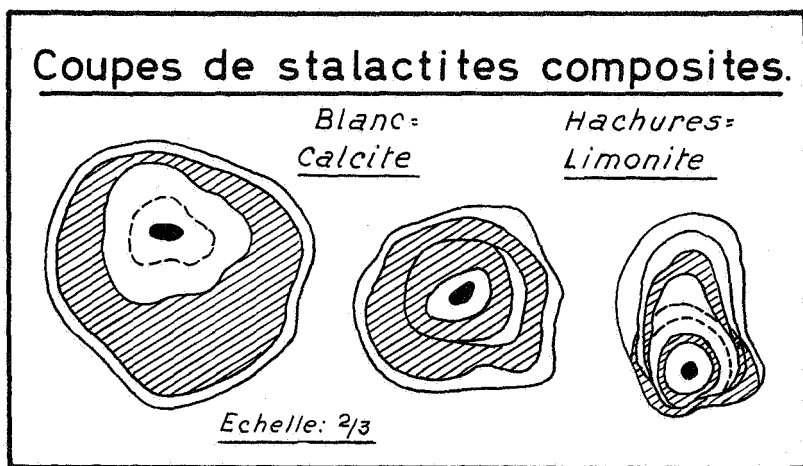
Les croquis ci-après donnent des coupes en vraie grandeur de ces cristallisations. Le canal central, représenté en noir, est rectiligne et absolument libre; le corps est formé d'anneaux subconcentriques constitués de calcite (blanc) et de limonite

---

(1) Ces « nuages » se forment constamment dans le lac terminal de la galerie des Grandes Fontaines, au Laboratoire souterrain de la F.S.B. à Han-sur-Lesse.

(hachuré). L'ensemble est solide, mais le vide central est toujours dans la zone de calcite, ce qui est logique, car la limonite n'ayant pas de résistance, n'a pu subsister que sur un squelette calcaireux. Longueur : 30 cm environ; diamètre : 4 à 5 cm.

Ces formations ont été trouvées à Solre-Saint-Géry près de Beaumont, et au Trou de l'Église, à Mont-sur-Meuse.



4. Comment peut-on expliquer que, par la même fissure, les conditions de dissolution et de précipitation varient au bout de quelques années ? Et surtout, comment expliquer que le changement est temporaire et que le dépôt, alternativement calcaireux et ferrugineux, soit intermittent ?

Rappelons d'abord que le dépôt d'un millimètre de calcite exige un an au moins dans les conditions naturelles. Ceci correspond à l'épaisseur obtenue sur le goulot et sur le culot d'une bouteille que P. CORNET avait placée sous une gouttière pérenne à Han-sur-Lesse et où il « nourrissait » des perles de caverne [5]. Ceci ne veut pas dire que ce chiffre est immuable, car si la gouttière s'était tarie en été, l'épaisseur du dépôt eût été moitié moindre, et ainsi de suite. Comme la grotte de Solre et le chœur du Trou de l'Église sont des cavernes très humides, on peut prendre un point de comparaison et ainsi estimer à plusieurs années la durée du dépôt des cercles de calcite. Première estimation : 7 à 12 ans.

Nous ignorons, faute d'observations en nombre suffisant, la durée de dépôt des cercles de limonite mais n'oublions pas que CAUMARTIN et RENAULT insistent sur le fait que toutes les actions dues aux bactéries sont réversibles et que les concrétions peuvent être altérées ou remises en solution.

Les modifications du microclimat pourraient donc être la conséquence des fluctuations cycliques du niveau hydrostatique, qui modifient considérablement les teneurs des eaux en sels dissous [6].

Les salles souterraines où furent trouvées ces stalactites composites sont parfois accessibles et parfois noyées. Les épaisseurs de cercles de calcite n'infirmement pas non plus la possibilité que le changement de climat soit dû à l'influence d'une variation importante du niveau hydrostatique, qui, dans les roches-magasins, peut se produire tous les 8 à 11 ans [7].

Enfin, il ne s'agit pas d'un phénomène d'épigénisation car il n'y a pas de carbonate de fer, mais de la limonite spongieuse et amorphe entre des couches de calcite dure et cristalline.

S'il s'agissait aussi bien d'épigénisation, le problème se poserait de savoir pourquoi elle aurait lieu par intermittence.

Je suis enclin à pencher vers l'hypothèse que la stalactite se forme pendant un certain temps par dépôt de calcite, dans l'air, et pendant un certain temps par dépôt de limonite, sous eau.

5. Reprenons, si vous le voulez bien, ce qui se passe dans une grotte « vivante » sous un climat tempéré et humide comme le nôtre.

#### A. — *Cas d'une grotte dont le plafond n'est jamais noyé.*

En été, l'eau superficielle s'y infiltre à la température moyenne de 20° C et se charge de  $\text{CaCO}_3$ . Arrivée au plafond de la grotte, l'eau tombe sans perdre de  $\text{CO}_2$ , car elle n'est pas saturée à la température qui y règne de 10° C (loi de Henry). Elle formera des stalagmites par évaporation de l'eau dans le courant d'air au plancher de la grotte.

En hiver, l'eau superficielle s'infiltre avec une température de 0° à 5° C et elle est apte à se charger de  $\text{CO}_2$ . Arrivée au plafond de la grotte, où la température s'élève à 10° C ou plus, elle perd du  $\text{CO}_2$  et précipite du  $\text{CaCO}_3$ . Elle formera donc des stalactites.

B. — *Cas d'une grotte dont le plafond est parfois noyé.*

En été, même situation que ci-dessus, peu favorable aux concrétions et où l'immersion totale de la grotte est peu fréquente.

En hiver, la situation change. Les eaux immergeantes sont d'origine superficielle et n'ont pas le temps de se réchauffer. La vitesse de l'eau est grande et le contact avec la roche moins favorable à la dissolution du calcaire. Pas de départ de  $\text{CO}_2$  et pas d'incrustations de  $\text{CaCO}_3$ .

Par contre, les eaux provenant du sol plus élevé que le plafond de la grotte continuent à y amener le fer dissous ou colloïdal, car elles ont une pression supérieure à l'eau immergeante. Les eaux noyant les cavernes ont au maximum une pression égale au niveau d'entrée de l'eau tandis que les fissures et cheminées, avec leur pH plus élevé, gardent une pression supérieure capable de refouler les autres. C'est à ce moment que les dépôts de limonite — indépendants de la concentration en  $\text{CO}_2$  — peuvent se produire et recouvrir les concrétions calcaireuses.

Cette précipitation de limonite se ferait sous eau, comme le minerai des prairies tourbeuses et marécageuses, aux endroits où les bactéries génératrices, issues de la surface, peuvent avoir accès.

## BIBLIOGRAPHIE.

1. BUTTGENBACH, H., 1935, Les minéraux et les roches. Dunod, Paris, et Vaillant-Carmanne, Liège, 6<sup>e</sup> éd., p. 484.
  2. BERKALOF, E. et CABASSO, V., 1940, Sur une souche de vibron réducteur des sulfates et MÉNARD, P. et BERKALOF, E., 1940, Corrosion biologique dans les puits artésiens en Tunisie. (*Extraits des Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, Tunis, t. XXIX, fasc. 2, 3 et 4.)
  3. CAUMARTIN, V. et RENAULT, PH., 1958, La corrosion biochimique dans un réseau karstique et la genèse du Mondmilch. (*C.N.R.S., Notes biospéologiques*, Paris, t. XIII, fasc. 2, p. 87.)
  4. TROMBE, F., 1952, *Traité de spéléologie*. Payot, Paris, pp. 142 et 237.
  5. LIÉGEAIS, P.-G., 1957, A propos de perles de cavernes et concrétions analogues non encore décrites. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, Liège, t. 80, p. B. 165.)
  6. SANZOT, E., 1957, Évolution chronologique de la dureté des eaux de la Hesbaye. (*Bull. du Centre belge d'Étude et de Documentation des Eaux*, Liège, n° 84, déc. 1957, p. 460.)
- 1958, Communication au Congrès International d'Hydrogéologie. Liège, non encore publiée.

7. LIÉGEOIS, P.-G., 1949, Les fluctuations des niveaux hydrostatiques des gisements aquifères. (*Bull. Soc. roy. belge des Ing. et Ind.*, Bruxelles, n° 4, p. 131.)
- 1949, Les fluctuations des niveaux hydrostatiques. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, Liège, t. 72, p. 249.)

#### DISCUSSION.

*M. J. Scheere fait part de la rencontre fréquente de stalactites limonitiques dans les vieux travaux miniers.*

*M. P.-G. Liégeois ne voit aucune difficulté pour l'explication de la formation des stalactites entièrement calcaires ou entièrement limonitiques. Le but de sa note est d'étudier le problème posé par des stalactites à couches alternantes de calcite et de limonite.*

---