

## Note sur des perles de caverne particulières

Iosif VIEHMANN

### Résumé

Des microperles de caverne ont été découvertes dans la grotte Ghețarul de la Scărișoara, toujours à proximité de la glace. Elles se trouvent dans un courant d'eau ascendant et sont imbibées d'eau. Leur genèse et leur évolution sont décrites. La morphologie de perles plus grandes, récoltées dans un gour d'une grotte de la vallée Poduri, a pu être modifiée en laboratoire, où étaient reproduites les conditions naturelles. Les expériences ont permis de préciser leur nature et leur comportement.

### Abstract

*Cave micropearls have been found in the "Ghețarul de la Scărișoara" ice cave, always close to the ice. They soak up water in upward currents. Their genesis and their evolution are described. The morphology of bigger pearls, collected in a gour of another cave (in the Poduri valley), could be altered in a laboratory where natural conditions were simulated. These experiments gave precise details about their nature and their behaviour.*

### I. DESCRIPTION.

Les premières perles de caverne ont été décrites à Londres par HILL en 1748 (HILL & FORTI, 1986). Ce sont des formations plus ou moins sphériques à structure concentrique, formées suite à la sédimentation du carbonate de calcium autour d'un noyau, qui peut être un germe microscopique de cristallisation, un cristal, une agglomération de cristaux ou une couche mince de calcite. Ce sont des formations en mouvement permanent, ce qui empêche leur soudure au substrat sur lequel elles se trouvent.

Il y a aussi l'hypothèse d'une genèse d'origine biochimique, déterminée par la présence d'algues bleues dans le noyau des perles (COPPENOLLE, 1971).

Par leur diversité morphogénétique, les perles de caverne continuent d'être un sujet d'actualité dans les thèmes spéléologiques. Un exemple de paroxysme dans la morphologie des excentriques pourrait y être la variété des perles cubiques (ROBERGE & CARON, 1983).

La "poudre de microperles de caverne" a été découverte par nous dans la grotte "Ghețarul de la Scărișoara", une glacière naturelle située dans les monts Apuseni, Roumanie. Une quantité infime de 0,0120 g de cette poudre contient 210 perles. Les microperles de poudre

examinées ont une structure cristalline avec des formes sphériques et des dimensions entre 0,02-0,06 mm. L'élément caractéristique de ces perles, c'est qu'elles n'existent que dans les endroits voisins ou très rapprochés de la glace de la caverne. A l'état de poudre, les microperles ont une structure cristalline diffuse et peu compacte, ayant un poids spécifique plus faible que les autres perles.

La masse des microperles est bien imbibée d'eau (38 %). Les champs ou les nids de microperles présentent une morphologie en général uniforme jusqu'au fond d'un trou que nous avons creusé jusqu'à 45 cm de profondeur. Parmi les perles il y a un courant d'eau vertical, ascendant. Ce courant a été reproduit dans notre laboratoire. Un entonnoir à sas céramique a été chargé d'une quantité de 300 g de perles au diamètre moyen de 3,2 mm. 12 perles trouvées à la surface du dépôt de l'entonnoir ont été marquées avec de la teinture noire dans leur zone apicale. L'eau a été dirigée d'une manière ascendante, c'est-à-dire de bas en haut, à travers le pied de l'entonnoir. L'entonnoir s'est rempli d'eau jusqu'au-dessus du niveau des perles en 40 heures. Après 6 chargements et retrait de l'eau, 4 perles marquées avaient exécuté des mouvements circulaires de plus de 45°. L'expérience a prouvé de façon indubitable l'effet de l'eau ascendante.

La première phase de la genèse de ces microperles est due aux suintements d'une boue laiteuse qui couvrent les stalagmites de glace. Ce matériel est éliminé en temps qu'impureté au moment de la formation des cristaux de glace. En l'examinant au microscope binoculaire (x320), on a observé que ce liquide présente déjà des microperles constituées. Là où on trouve dans une grotte des microperles, il faut accuser la présence de la glace: aujourd'hui ou dans le passé. D'après l'analyse cristallographique, les microperles sont constituées par des microcristaux de *lublinite*.

Dans une évolution ultérieure, les microperles peuvent être transformées en d'autres types de perle. Ainsi nous avons étudié deux perles qui ont été prélevées dans la zone caractérisée par une température inférieure à 0 °C. La partie centrale d'une telle perle classique, d'un diamètre de 30-21 mm, est composée de deux noyaux de cryptocristaux (diamètre 1,75 mm et 2,88 mm), entourée d'une couche de cristaux squelettiques de 1,5-2,0 mm. Ces noyaux sont entourés d'anneaux d'épaisseur variable, entre 0,48 et 1,6 mm, composés de microcristaux granuleux de calcite en mélange avec de la limonite et des couches de cristaux de calcite squelettiques et fibreux.

L'autre perle est ovale, ayant un diamètre de 11-28 mm et est dépourvue d'un noyau représenté par une particule étrangère. Le centre est occupé par une agglomération de cristaux dendritiques de calcite qui passe graduellement à une zone de densité réduite, sans que ce "noyau" puisse être nettement délimité. Dans chaque anneau de cette zone, la densité de cristaux est d'abord faible, puis elle augmente vers l'extérieur. La dernière couche a, par endroits, un contour plus accentué, ce qui nous laisse supposer la présence de faibles inclusions limonitiques. Les couches concentriques formées d'un squelette de cristaux indiquent un processus de cristallisation relativement rapide. Il en résulte des cristaux immatures. L'accélération du processus est déterminée par le changement du régime de ventilation de la grotte et de la composition chimique de l'eau d'alimentation.

Dans la structure de la dernière perle, 4 anneaux sur 13 sont formés de cristaux squelettiques (les couches 2, 4, 6, 12), ce qui est la preuve de 4 variations brusques qui sont survenues dans la grotte. On a mis aussi en évidence la présence de certains anneaux à composition mixte, aragonite-calcite, dont la présence peut être expliquée par la formation de deux minéraux à des époques différentes, la calcite occupant ultérieurement les espaces libres du squelette des cristaux d'aragonite. L'alternance de cristaux d'aragonite dendritiques, squelettiques et de cristaux granuleux de calcite implique des variations de la température de plus longue et de

plus brève durée, ainsi que la concentration de la solution qui leur a donné naissance.

On peut conclure que l'alternance des couches de calcite et d'aragonite dans la structure d'une perle de la grotte à glace "Scărișoara" est un phénomène fréquent. La transformation des cristaux d'aragonite en calcite ou l'apparition de la calcite après la constitution d'une couche d'aragonite sont des phénomènes déterminés par les conditions physico-chimiques qu'on rencontre normalement dans une grotte.

## II. MODIFICATIONS MORPHOLOGIQUES OBTENUES EXPERIMENTALEMENT.

Nos recherches ont conduit à l'étude des perles de caverne particulières, récoltées dans les grottes de la vallée "Poduri" (massif Vlădeasa, monts Apuseni, Roumanie). Ces perles ont été découvertes dans un gour où elles étaient partiellement recouvertes d'eau. Ce type de perle est nommé "dragée" par DELHEZ (1970).

Ces perles ont un diamètre moyen de 30 mm et un poids moyen de 12 grammes. Leur consistance est celle du "montmilch" et leur forme est sphérique, avec de légères tendances polyédriques. Le poids des perles varie entre 34 g (dans le cas d'une perle de diamètre maximum de 51 mm) et 13 g (dans le cas des perles d'un diamètre d'environ 20 mm). Les perles présentent au toucher un aspect de gel mucilagineux qui contient jusqu'à 86 % d'eau.

Etant donné que le gour dans lequel ont été récoltées ces perles est alternativement rempli d'eau ou asséché, en fonction de l'état d'humidité saisonnière, nous nous sommes proposé de reproduire les mêmes conditions en laboratoire. Les perles choisies (3 petites et une grande) sont mises en observation durant une période de 448 jours. La grande perle a un diamètre de 46 mm et un poids de 18 g et les 3 petites perles (prises ensemble) ont un poids de 31 g et des diamètres maxima de 36,30 et 28 mm. La grande perle a été mise dans de l'eau du robinet à la lumière du jour dans une pièce à température moyenne de 17 °C et les 3 petites perles ont été exposées à l'air pour déshydratation, dans les mêmes conditions de température et de lumière. La grande perle, maintenue dans l'eau pendant 74 jours, change de volume, son diamètre s'accroît de 46 à 51 mm et son poids de 18 à 34 g. L'imbibition avec l'eau a produit une augmentation de diamètre de 10,9 %, et en poids de 88,8 %. Pendant la même période, les trois petites perles perdent leur poids initial de 31 g jusqu'à 4,4 g et leurs diamètres diminuent de 29,22 et 21 mm. La déshydratation provoquée par l'exposition à l'air atmosphérique du laboratoire a produit une diminution

moyenne des diamètres de 23,3 % et une diminution de poids de 85 %.

La grande perle a été sectionnée en deux moitiés dans le but de la soumettre à une analyse cristallographique. Au point de vue macroscopique, la perle présente une zone centrale blanche, d'un diamètre de 1,8 cm, entourée d'une couche brune et, à la périphérie, de nouveau une zone blanche. On ne remarque pas d'autre structure concentrique. L'examen microscopique présente les paramètres suivants :

A. La zone du noyau blanc. Cristaux aciculaires, fréquemment maclés dans le sens de leur axe longitudinal, optiquement négatif, couleur d'interférence blanche d'ordre supérieur-jaunâtre et extinction inclinée ( $60,71^\circ$  et  $29,23^\circ$ ). La dimension des cristaux est de 0,32-0,03 mm, 0,015-0,002 mm et 0,24-0,01 mm. Les cristaux se trouvent dans une masse isotropique à aspect terreux. Le matériel a été observé par dispersion dans sa propre eau d'imbibition.

B. La zone brune. En contraste avec le noyau blanc, la zone brune est en grande partie amorphe: les cristaux plutôt glomérulaires qu'aciculaires se trouvent dans une masse terreuse brune grisâtre ayant par endroits quelques pigments rouges (limonite). La couleur d'interférence est blanche d'ordre supérieur; cristaux anisotropiques. L'aspect général est celui d'une masse de cristaux glomérulaires, xénomorphes. La dimension des cristaux est de 0,018-0,015 mm, 0,006-0,003 mm et 0,06-0,036 mm.

### III. CONCLUSIONS.

Les perles étudiées sont des concrétions de *Mondmilch* constituées de cristaux aciculaires de calcite, respectivement de lublinité (VIEHMANN, 1959) et de traces de  $\text{SiO}_2$  amorphe. Les espaces capillaires entre ces cristaux ainsi que le matériel amorphe ( $\text{SiO}_2$ ) sont responsables de l'imbibition en eau qui mène à l'augmentation en volume et en poids de la perle. Nous supposons qu'il s'agit d'un gel qui avec l'eau forme des sols, c'est-à-dire des gels d'imbibition. Dans notre cas, il pourrait s'agir d'un gel à imbibition limitée. Selon BETEHTIN (1953), le phénomène peut être expliqué par les solutions colloïdales cristallines de calcite et de quartz. Les modifications morphologiques découvertes d'une phase d'expérimentation à une autre ne nous ont pas permis de constater des modifications cristallographiques essentielles.

À côté du mécanisme de mouvement des perles de caverne (VIEHMANN, 1967), ce processus de modifications en volume et en poids explique la croissance indépendante des perles sur le plancher des grottes. La même idée, en ce qui concerne le rôle

cynétique de l'eau dans la genèse des perles de caverne, a été soutenue par FORTI en 1983.

### IV. BIBLIOGRAPHIE

- BETEHTIN, A. G., 1953. *Cours de minéralogie*. Edit. tehnică, București : 39-45.
- COPPENOLLE, J.C., 1971. Présence d'algues bleues dans le noyau de perles de caverne. *L'Electron, Rev. spéléol. belge*, 1 : 49-52.
- DELHEZ, F., 1970. Deux formes de pisolithes de type dragée à la grotte de Goyet (prov. Namur). *L'Electron, Rev. spéléol. belge*, 4 : 69-74.
- DERIBERE, M., 1937. Sur quelques perles de caverne. *Spelunca*, Paris, 8.
- HILL, C. A. & FORTI, P., 1986. Cave minerals. *Nat. speleog. Soc.*, Huntsville, Alabama, U.S.A., 50 p.
- MATTIOLI, M., 1970. Considerazioni genetiche su alcuni depositi di mondmilch. *Rassegne speleol. italiane*, Como, 22, fasc. 1-4.
- ROBERGE, J. & CARON, D., 1983. The occurrence of an unusual type of pisolite: the cubic cave pearls. *Arctic and Alpine Res.*, Canada, 15, 4 : 517-522.
- VIEHMANN, I., 1959. Prispěvky k vyvoji jeskynních perel. *Ceskoslovensky Krss*, Praha, 12.
- VIEHMANN, I., 1962. Perlele de cavernă din Ghelarul de la Scărișoara. *Dări de seamă ale Comit. Geol.*, București, 45, 283 p.
- VIEHMANN, I., 1967. Noi contribuțiuni la geneza perlelor de cavernă. *Lucr. Inst. de Speol. "E. Racoviță"*, București, 6.

Adresse de l'auteur:

Iosif Viehmann  
 Institutul de Speologie "Emil Racoviță"  
 Str. Clinicilor, nr. 5  
 R-3400 CLUJ—NAPOCA  
 ROUMANIE