

UN CAS PARTICULIER DE GENÈSE DE L'ARAGONITE DANS LE MILIEU KARSTIQUE SOUTERRAIN*

GABRIEL DIACONU

Le phénomène « d'aragonitisation de la calcite » décrit par C a b r o l dans certaines grottes de France, a été, sans doute, l'un des plus intéressants sujets de minéralogie de l'année 1978.

Redécouvrant le même phénomène dans une grotte de Roumanie, nous avons considéré comme utile une reprise des discussions sur ce processus naturel, apprécié par nous comme un cas particulier de métasomatose diagénétique.

L'étude optique effectuée à l'aide d'un microscope polarisant de certaines lames minces obtenues d'échantillons prélevés de la grotte Peștera Micula (Monts Bihor, Carpates Occidentales), nous a déterminé de remettre en discussion un sujet très intéressant (et important, en même temps) abordé par C a b r o l (1978) en trois ouvrages consécutifs : « l'aragonitisation de la calcite », plus exactement, conformément à l'auteur (ou, aux auteurs), « la transformation de la calcite en aragonite en conditions ordinaires de température et de pression ».

Le phénomène, surpris par C a b r o l sur certains échantillons prélevés des grottes Pont de Ratz (Hérault), Trabuc (Gard) et En Gornier (Pyrénées-Orientales) est décrit impeccablement (C a b r o l e t c o l l a b., 1978) ; en conséquence nous nous permettons de mentionner le passage textuel de l'ouvrage par lequel il a été communiqué :

...« L'examen au microscope électronique à balayage du contact entre cristaux de calcite et d'aragonite montre des aiguilles d'aragonite bien formées, à faces terminales nettement développées ; ces aiguilles, quasi parallèles entre elles, ont des orientations quelconques par rapport aux cristaux de calcite qu'elles traversent parfois, mais dont elles sont généralement séparées par vides comptant jusqu'à 5% environ dans le volume de la concrétion. Ces aspects sont incompatibles avec l'hypothèse d'une transformation aragonite — calcite, celle-ci s'accompagnant d'une augmentation de volume de 8% qui aurait dû réduire la porosité et écraser les aiguilles d'aragonite. De plus, dans la zone de contact, la calcite est visiblement altérée, corrodée, apparemment en voie de dissolution, tandis que les cristaux d'aragonite sont toujours bien formés ».

En complément à cette description, nous mentionnons que sur une lame mince d'un échantillon de croûte pariétale ont été remarqués dans la masse d'agrégat aragonitique, de petits fragments de calcite qui sont restés « nondigérés », un autre argument incontestable (s'il en était encore nécessaire) pour la démonstration du sens de déroulement du processus (Photo 1).

Mais, ce que nous désirons de mettre en discussion, ce n'est pas l'authenticité du phénomène décrit en première par C a b r o l (auteur

* Nous dédions ce travail aux membres du Spéo-Club « Crysis » Oradea (particulièrement à M. Gaspar Tibor), qui ont mis à notre disposition les lames minces.

reconnu d'ailleurs, comme un excellent observateur du processus de concrétionnement dans le milieu karstique souterrain), mais le mode d'interprétation de ce phénomène, à savoir :

— L'auteur distingue deux mécanismes d'aragonitisation de la calcite : un mécanisme d'aragonitisation « ascendante » dans le cas d'une stalagmite) respectivement, un mécanisme d'aragonitisation « descendante » (dans le cas d'une stalactite). De plus, chez certaines concrétions de la grotte Pont de Ratz, a été remarquée une alternance de calcitisation de l'aragonite avec l'aragonitisation de la calcite.

— Pour expliquer la genèse de l'aragonite, l'auteur s'arrête (parmi les innombrables opinions connues dans la littérature concernant les conditions de formation de l'aragonite) sur l'hypothèse (la plus plausible dans le cas donné) qui prévoit la nécessité d'une présence en solution d'ions Mg^{++} en concentration (établie par une expérimentation en laboratoire) au minimum de 125 mg/l.

Relativement au premier aspect, nous sommes d'avis que, aussi tôt que la circulation de la solution qui transforme la calcite en aragonite se fait par des cannelures sub-millimétriques (souvent de dimensions microscopiques) nous ne pouvons pas parler d'un sens exact de la direction de développement du processus (« aragonitisation ascendante » ou « aragonitisation descendante »). Le déplacement du solvant étant sous l'effet des phénomènes de capillarité (non influencés par l'attraction gravitationnelle) se crée ainsi une « auréole d'influence » avec une disposition dans l'agrégat, relativement centro-radiale, sur une direction de développement, ni ascendante, ni descendante, mais conditionnée par la plus grande densité des surfaces de discontinuité compatibles avec une diffusion de la solution.

Concernant le second aspect, nous avons lu très attentivement ces trois travaux (voir la Bibliographie) sans réussir à avoir une édification si l'auteur considère cette transformation comme une modification polymorphique, ou non. C'est pourquoi nous considérons qu'il est nécessaire d'insister, en quelque sorte, sur cet aspect.

A notre avis, le phénomène en cause ne peut être nullement équivalent à une transformation polymorphique. Dans n'importe quel traité de cristallographie, de minéralogie ou bien de chimie, la transformation polymorphique est considérée comme un phénomène cristallographique de changement de la symétrie qui se produit seulement avec un apport de température, une libération de température ou, une modification de pression, sans intervenir aucun apport, un transfert ou une perte de matière mais seulement une éventuelle modification de volume.

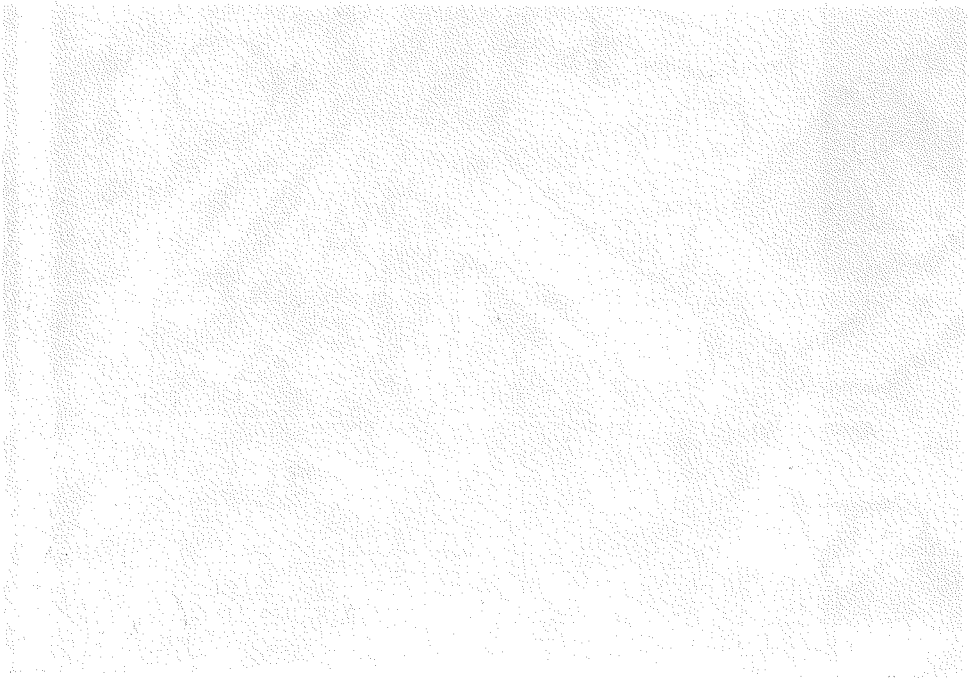
Dans le cas mentionné par C a b r o l dans ces trois grottes de France (retrouvés par nous dans une grotte de Roumanie) l'interprétation de son déroulement, est sans équivoque : ... « Toutes ces observations sont en accord avec l'hypothèse d'une transformation calcite-aragonite, vraisemblablement par dissolution et précipitation ». (C a b r o l et c o l l a b., 1978) et nous sommes parfaitement d'accord avec ce point de vue. C'est un motif de plus pour considérer que aussi longtemps que dans cette transformation s'interpose un intermédiaire « matériel » (le solvant) qui facilite une désorganisation du réseau calcitique par dissociation, suivi d'une réorganisation dans un réseau aragonitique par précipitation, alors, nous ne pouvons pas parler d'une « transformation polymorphique calcite-aragonite ».



Photo 1 — La métasomatose diagénétique calcite-aragonite.

A — aragonite; C — calcite;

Les zones encadrées = cristaux de calcite « nondigérés ».



Associant les données connues sur ce phénomène, notre point de vue est que, en fait, nous sommes devant un cas typique, et pourtant particulier, de métasomatose diagénétique. Pour justifier ce point de vue, nous rappelons que : ... « La métasomatose diagénétique est un processus chimique de substitution d'un composé préexistant — paléosome — avec un nouveau composé — néosome — par dissolution et précipitation simultanées. La situation est stimulée par l'existence des voies d'accès pour la circulation des solutions naturelles et a un caractère partiel ou total » (A n a s t a s i u et c o l l a b., 1986).

Pourquoi considérons nous qu'il s'agit d'un cas particulier ?

Pour le fait que la métasomatose, généralement, suppose une modification chimique du néosome par rapport au paléosome (ex. calcitisation des plagioclases, la chloritisation de la biotite, la pyritisation de la calcite, etc.).

Dans notre cas, la composition chimique du néosome reste inchangée, elle obtenant rien qu'une nouvelle symétrie de cristallisation, conformément aux conditions imposées par le solvant. C'est-à-dire : CaCO_3 cristallisé dans le système rhomboédrique de la calcite est dissolu et puis reprécipité, en conditions de métasomatose diagénétique, dans un nouveau système de cristallisation, orthorhombique, de l'aragonite.

L'état de dissociation ionique en solvant du CaCO_3 du paléosome, seulement par hasard a eu comme résultat un néosome de type aragonite, le seul élément conditionnel en ce hasard (on le suppose), étant la présence des ions Mg^{++} , trouvés en concentration compatible avec la genèse de l'aragonite. (D'ailleurs, C a b r o l lui-même, 1978, décrit trois autres circonstances de transformations en conditions similaires : aragonite-calcite, calcite₁-calcite₂ et aragonite₁-aragonite₂. Si la solution diffusée dans la masse du paléosome était riche en ions de SO_4^{-2} ou PO_4^{-3} , le néosome aurait été un gypse, respectivement une carbonate apatite (des situations assez fréquentes dans le milieu karstique souterrain) et alors, nous aurons eu une transformation métasomatique classique.

Concernant les expérimentations réalisées au laboratoire, sans contester leur correction, ni l'importance du résultat obtenu, nous sommes d'avis qu'elles sont loin de la réalité du processus décrit dans les grottes en cause. Il est suffisant, après tout, de rappeler que « le bain de cristallisation » dans le cas de transformations du milieu souterrain, est en fait une pellicule de solution d'épaisseurs sub-millimétriques, tendant vers les dimensions microniques de la « couche-limite », c'est-à-dire, cette couche de liquide intimement liée du solide, dans laquelle les mouvements turbulents sont totalement absents (R o q u e s, 1969).

En de telles conditions, une possibilité de maintien constante, en temps, d'une teneur minimale en Mg^{++} de 125 mg/l, nécessaire en solution pour une reprécipitation du CaCO_3 dans la symétrie de cristallisation de l'aragonite, est très peu plausible.

Voilà pourquoi nous continuons de soutenir un plus ancien point de vue (D i a c o n u, 1983) par lequel nous envisageons comme essentiel en cristallisation de l'un ou de l'autre des systèmes du CaCO_3 , le mode de « structuration » des H_2O^+ en solvant, qui peuvent créer, au niveau de la couche limite, l'une ou l'autre des « matrices » qui conditionneront la précipitation de la calcite ou de l'aragonite.

Une éventuelle présence en solution de certains ions étrangers (comme éléments mineurs) peuvent faciliter, ou contrecarrer, la formation d'une « matrice » spécifique du réseau calcitique (ou aragonitique), mais leur présence n'est pas obligatoire (voir GIROU, 1970). Si elle était obligatoire, alors, dans le cas d'une complète absence de ces ions, le précipité devrait être amorphe.

Enfin, et encore une question : sont correctement appréciées ces transformations comme « phénomènes de diagenèse dans les concrétions carbonatées » ?

Une éventuelle discussion sur ce thème, dans un autre ouvrage.

BIBLIOGRAPHIE

- 1986 ANASTASIU N., MAREȘ I., BALTREȘ A., CEHLAROV A., JIPA D., Teme pentru lucrări practice de Petrologie Sedimentară, Ed. Univ. București, 163 p.
- 1978 CABROL P., Contribution à l'étude du concrétionnement carbonaté des grottes du sud de la France, morphologie, genèse, diagenèse. Mémoires du centre d'études et de recherches géologiques et hydrologiques, Tome XII, 275 p.
- 1978 CABROL P., COUDRAY J., Influence des facteurs hydrogéologiques sur la localisation, la forme, la nature minéralogique et la diagenèse des concrétions carbonatées des grottes. Mémoire hors série CERGY — USTL, Montpellier, pp. 675—700.
- 1978 CABROL P., COUDRAY J., DANDURAND J. L., SCHOTT J., Sur la possibilité de transformation naturelle calcite-aragonite dans les conditions ordinaires de température et de pression; reproduction expérimentale du phénomène. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 287, pp. 411—414.
- 1983 DIACONU G., Sur la paragenèse minéralogique gypse-aragonite rencontrée dans quelques grottes de Roumanie. Trav. Inst. Spéol. « Emile Racovitza », t. XXII, pp. 81—90.
- 1970 GIROU A., Étude de la cinétique de précipitation des carbonates de calcium en phase aqueuse. Thèse, 137 p.
- 1969 ROQUES H., Problèmes de transferts de masse posés par l'évolution des eaux souterraines. Ann. Spéol. t. 24, f. 3, pp. 455—494.

Institut de Spéologie « Emile Racovitza »

Bucarest

Reçu le 25 mars 1993