« Peştera Cloşani »

Observation sur le chimisme actuel des eaux d'infiltration. Son rapport avec les valeurs thermiques locales de la cavité endokarstique

par

Gabriel Diaconu

On présente quelques conclusions sur le chimisme actuel des eaux d'infiltration dans les galeries de la Peştera Cloşani.

A l'occasion de certaines recherches portant sur la genèse et l'évolution de la Peştera Cloşani (D i a c o n u, 1978) nous avions mentionné que : « ... après que les eaux abandonnèrent les galeries qu'elles avaient creusées, la cavité est entrée dans un processus intense et complexe de colmatage concrétionnaire qui a été mis en évidence par une forte dynamique de précipitation du carbonate de calcium, processus qui continue de nos jours ».

Dans cette note nous nous proposons une présentation concrète de ce processus, en faisant une analyse détaillée du chimisme des eaux d'infiltration * et en essayant de rapporter les concentrations de celles-ci aux valeurs thermiques locales (air, eau) des points d'où ont été prélevés les échantillons d'eau.

Les points de prélèvement des échantillons ont été établis de manière à pouvoir offrir une image d'ensemble sur la variété du degré de concentration des eaux d'infiltration autant le long de la Galerie Laboratoarelor, que le long de la Galerie Matei Ghica, la zone d'interférence des deux galeries, située dans le périmètre de l'immédiat voisinage de l'entrée de la grotte, étant considérée séparément.

La localisation des points sur la carte de la grotte a été indiquée par symboles : GL pour la Galerie Laboratoarelor, GMG pour la Galerie Matei Ghica et ZE pour la zone d'entrée, y ajoutant le chiffre d'ordre du point de prélèvement de l'échantillon (fig. 1).

C'est toujours dans le but de poursuivre le mode de développement du processus d'incrustation des eaux d'infiltration dans la Galerie Matei Ghica, qu'on a monté trois cristallisoirs placés en des points différents (GMG — 2a, GMG — 3a et GMG — 12a) sous des sources d'égouttement direct (GMG — 2, GMG — 3 et GMG — 12). Etant donné qu'il s'agit de cas particuliers, les conclusions préliminaires auxquelles ils nous ont conduit seront discutées séparément.

Les données obtenues par l'analyse chimique des eaux ont été centralisées dans le tableau 1, qui comprend en plus les valeurs thermiques (air, eau) des secteurs où on a fait les prélèvements. De leur interpréta-

---

* L'analyse chimique des échantillons d'eau a été faite par Marin Constantin, chimiste analyste à l'Institut de Spéologie — Bucarest, que nous remercions à cette occasion.

Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza» , t. XIX, p. 219—225, Bucarest, 1980

tion graphique à l'aide de l'abaque de Roques (R o q u e s, 1967) (Gal. Lab. et Z.E. — fig. 2, Gal. M.G. — fig. 3), il ressort clairement qu'aussi bien les eaux récoltées directement des sources d'égouttement, que celles accumulées dans les excavations du plancher, (gours ou zones de dépression marécageuse sur lit d'argile), sont saturées.

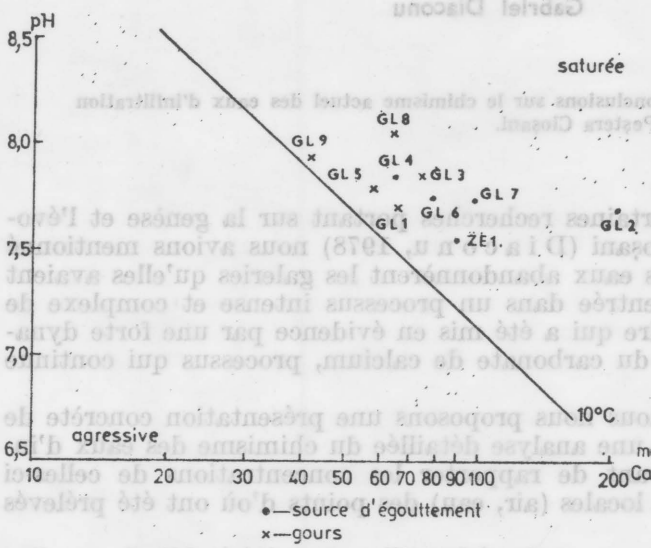

Fig. 2. — Interprétation graphique du chimisme des eaux: G.L. — Galerie «Laboratoarelor»; Z.E. — Zone d'entrée.

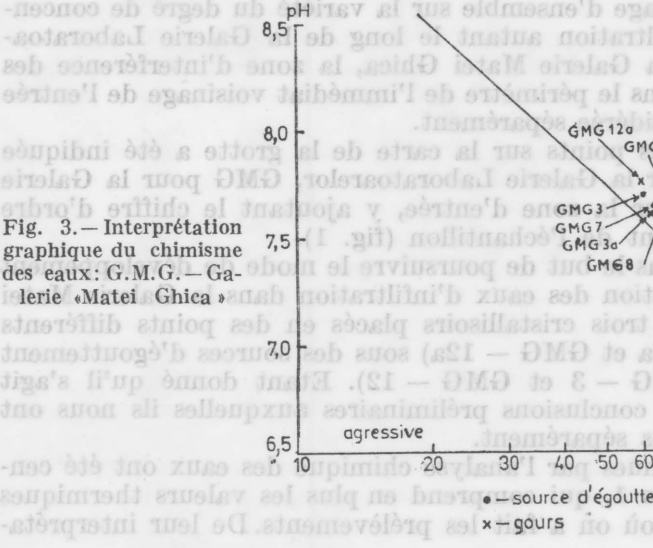

Fig. 3. — Interprétation graphique du chimisme des eaux: G.M.G. — Galerie «Matei Ghica»

En étudiant les valeurs comprises dans le tableau centralisateur nous pouvons en détacher les aspects suivants :

1 — le pH de tous les échantillons est basique, contenant des valeurs entre 7,55 et 8,05.

Tableau 1

Analyse chimique des eaux de la Peştera Cloşani 29 juillet, 6—8 août 1978

Echantillon	Lieu du prélèvement	Température °C air	Température °C eau	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	Cl^-	Observations
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
—	Eau de pluie	—	—	5,4	1,2	1,0	15,2	0,9	—
ZE-1	Source d'égouttement dans la zone d'entrée	11,19	11,15	7,55	89,3	3,8	304,5	1,1	Stalactite de petites dimensions
GMG-1	Source d'égouttement « Pocal »	11,38	11,35	7,85	89,2	2,6	291,4	0,7	—
GMG-2	Source d'égouttement cristallisoir GD-1	11,48	11,45	7,62	63,7	1,2	306,3	1,1	L'eau coule d'une stalactite tubulaire
GMG-2a	Cristallisoir GD-1	11,48	11,27	7,65	93,2	0,7	293,5	1,8	
GMG-3	Source d'égouttement cristallisoir GD-2	11,36	11,33	7,66	60,3	1,5	292,9	0,5	L'eau s'écoule d'une fissure
GMG-3a	Cristallisoir GD-2	11,36	11,25	7,65	77,6	1,6	251,4	1,3	—
GMG-4	Petit gour près du cristallisoir GD-2	11,39	11,25	7,79	78,5	1,0	278,9	0,6	Surface d'environ 0,5 m², beaucoup d'argile
GMG-5	Le gour « caché »	11,34	11,25	7,72	72,8	1,4	229,4	0,9	Très peu d'argile
GMG-6	Zone argileuse	11,44	11,25	7,60	62,4	1,6	191,0	0,9	l'eau forme un marécage sur l'argile
GMG-7	Source d'égouttement dans le gour (cristallisoir Lascu)	11,17	11,14	7,60	80,6	2,2	266,7	0,5	—
GMG-7a	Gour (cristallisoir Lascu)	11,17	11,14	7,85	81,1	1,3	257,1	1,0	Très peu d'argile
GMG-8	Le gour à trottoir	11,18	11,10	7,65	68,6	1,5	214,8	0,7	Très peu d'argile

Tableau 1 (suite)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GMG-9	Le gour de la niche	11,15	11,05	7,64	74,3	1,6	211,7	1,1	L'eau forme un marécage sur l'argile
GMG-10	Le « beau » gour	10,92	10,65	7,82	86,7	1,2	258,1	0,8	Peu d'argile
GMG-11	Source d'égouttement au gour triangulaire	10,92	10,90	7,80	81,7	1,6	263,2	0,6	—
GMG-11a	Gour triangulaire	10,95	10,90	7,69	81,3	1,8	244,7	1,1	Beaucoup d'argile
GMG-12	Source d'égouttement cristallisoir GD-3	11,23	11,11	7,70	68,5	0,4	205,6	0,4	—
GMG-12a	Cristallisoir GD-3	11,23	11,11	7,57	55,8	1,1	202,0	0,7	—
GL-1	Lac près des pendules des géophysiciens	11,19	11,00	7,71	64,6	1,4	207,5	0,9	Beaucoup d'argile
GL-2	Gour sur une terrasse	11,30	11,25	7,60	68,6	1,3	231,8	1,2	Sans argile
GL-3	Le grand gour en amont de la porte du laboratoire des géophysiciens	11,02	10,97	7,85	72,5	0,2	236,6	0,8	Beaucoup d'argile
GL-4	Source d'égouttement (Lascu 5)	11,01	10,97	7,86	64,0	0,7	300,8	0,9	L'eau s'écoule d'une stalactite tubulaire
GL-5	Le gour du sentier	11,08	11,01	7,79	58,3	1,0	172,7	0,7	Film mince d'argile sur le fond du gour
GL-6	Source d'égouttement (Lascu 4)	10,93	10,91	7,75	78,8	1,0	274,0	1,2	—
GL-7	Source d'égouttement (réservation Tabacaru)	11,06	11,01	7,75	97,3	0,4	309,9	0,9	—
GL-8	Le gour de la niche	10,81	10,77	8,05	64,4	3,1	200,8	1,1	Film mince d'argile sur le fond du gour
GL-9	Le petit gour « Iorga »	10,80	10,71	7,93	41,0	0,8	121,4	0,5	Sans argile

Les concentrations sont données en mg/l
ZE = Zone d'entrée de la grotte
GMG = Galerie Matei Ghica
GL = Galerie « Laboratoarelor »

Une analyse directe du pH de l'eau de pluie a mis en évidence une valeur très basse de celui-ci (5,4), ce qui dénote que l'eau a un degré d'agressivité élevé. D'où l'on peut conclure que les valeurs basiques des eaux souterraines dépistées (en provenance ici toujours des précipitations) sont une conséquence des modifications de chimisme subies le long du tracé d'infiltration, allant de la surface topographique vers la cavité endokarstique.

2 — Dans tous les échantillons on remarque que la participation de l'ion de bicarbonate (HCO_3^-) a des valeurs quantitativement supérieures à celles totalisées des ions de calcium (Ca^{2+}) et de magnésium (Mg^{2+}).

Cet état de choses peut être attribué à l'existence d'autres cations dans la solution (en l'occurrence Na^+), qui ne sont pas déterminés chimiquement mais qui équilibreraient les ions de bicarbonate, soit à une valeur plus élevée du P_{CO_2} de l'atmosphère souterraine, qui faciliterait une dislocation supplémentaire du CO_2 dans les eaux d'infiltration dans la grotte. Cette dernière supposition est plus plausible, tenant compte du fait que la dynamique de la circulation des courants d'air dans la grotte de Cloșani est très réduite, et par conséquent la possibilité d'accumulation d'une quantité plus élevée de CO_2 (sachant que sa densité est plus grande que celle de l'air) est beaucoup plus réalisable.

3 — Présent dans tous les échantillons, le magnésium (Mg^{2+}) est surpris ayant une participation de plus de 3 mg/l, mais rien qu'en deux points (ZE = 3,8 mg/l et GL — 8 = 3,1 mg/l), les autres valeurs oscillant entre 0,3 mg/l et 2,6 mg/l. Son apparition dans les solutions peut être attribuée aux zones de dolomitisation superficielles des calcaires lessivés par les eaux d'infiltration et « l'enrichissment » des deux points mentionnés est, probablement, conditionné par une circulation plus directe de celles-ci vers la source d'égouttement souterraine.

4 — L'existence du chlore (Cl^-), avec des valeurs qui ne dépassent pas 1,2 mg/l, est probablement conditionnée par les décompositions organiques qui ont lieu dans la couche du sol de la surface topographique. Il est à supposer qu'un apport peut être dû à son captage par les eaux de pluie qui lavent l'air de l'atmosphère.

5 — Après avoir passé en revue les valeurs thermiques des eaux analysées, on peut voir que leurs valeurs sont constantes dans tous les points de prélèvement des échantillons avec une moyenne autour de 11,2 °C et une amplitude des variations sous 1°C. Il est donc clair que, dans la Peștera Cloșani, la variation chimique des solutions n'est pas la conséquence des variations thermiques, mais plutôt celle de sa capacité d'agression au moment de la pénétration dans le souterrain et de la morphologie du tracé parcouru (provoquant des écoulements en régime capillaire, supracapillaire ou gravitationnel) qui, à son tour, morphologiquement, contrôle la durée de contact solution-calcaire, dès le moment du suintement sur la surface topographique jusqu'au moment du débouchement dans le souterrain.

Ce que l'on peut préciser, étant donné ces valeurs thermiques, c'est le fait que, conformément à G i r o u (1970), de ces solutions ce n'est que la calcite qui peut être précipitée et, éventuellement, en proportion plus réduite, la vatérite, ce qui est d'ailleurs confirmé par les calcites qui, généralement, constituent les spéléothèmes de la Peștera Cloșani. On peut

attribuer à la vatérite seulement certains cristallites de dimensions presque microscopiques (dont les morphologies sont comparables à celles obtenues expérimentalement par G i r o u, 1970), dépistés, par lessivage, dans la masse des argiles rouges du plancher des galeries.

6 — Au début de cette note nous avons mentionné qu'on a monté trois cristallisoirs dans la Galerie Matei Ghica pour pouvoir effectuer quelques observations expérimentales. L'installation est composée d'un vase en verre de type « aquarium », un tuyau en caoutchouc et une pipette (fig. 4).

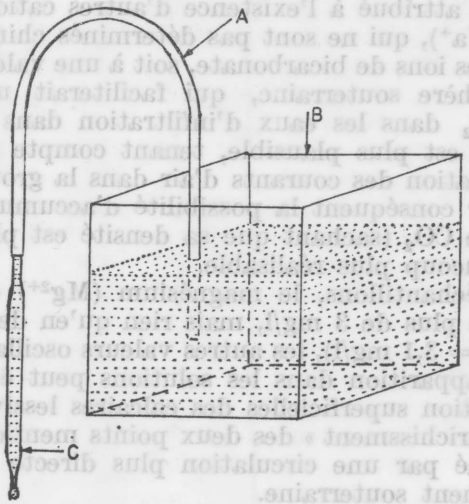

Fig. 4. — Cristallisoir à pipette; A — tuyau en caoutchouc; B — vase en verre; C — pipette.

A l'aide du tuyau on raccorde la pipette à la solution du vase sur le principe de siphon. Au fond du cristallisoir, de même qu'à l'extrémité de la pipette on a placé une membrane d'argile qui, dans le dernier cas avait aussi le rôle de régulariser la circulation de la solution, facilitant ainsi l'égouttement, tout en évitant un écoulement continu. Il est évident que la gamme observable par cette expérimentation est beaucoup plus large, mais nous ne nous en tiendrons qu'à celle de la dynamique d'incrustation de la même solution autant en régime d'eau stagnante (le bain du cristallisoir comparativement à celui des gours), qu'en régime d'eau circulante (l'eau de la pipette par comparaison avec la situation des eaux des stalactites).

Bien que les cristallisoirs ne soient installés que depuis une année, il est toutefois possible de tirer quelques conclusions significatives :

— La vitesse de cristallisation du bain du cristallisoir (donc en régime stagnant) est plus rapide que celle de cristallisation à l'extrémité de la pipette (donc en régime dynamique);

— la cristallisation sur un objet situé directement dans le milieu aqueux de la solution du vase est plus rapide que celle des parois du vase;

— entre le régime dynamique d'égouttement et le régime dynamique de suintement, ce dernier a une vitesse de cristallisation plus rapide.

En conclusion, nous précisons que les analyses chimiques des solutions, ainsi que les observations expérimentales ne sont pas encore achevées et ce que nous venons d'exposer formant un cycle d'observations préliminaires, les appréciations finales feront l'objet d'une note future.

Bibliographie

1978 Diaconu, G., *Peştera Cloşani. Genèse et evolution.* Trav. Inst. Spéol. Emile Racovitza, XVII.
1970 Girou, A., *Etude de la cinétique de précipitation des carbonates de calcium en phase aqueuse.* Thèses pour obtenir le grade de docteur de spécialité chimie-physique.
1967 Roques, H., *Chimie des carbonates et hydrogéologie karstique.* Mém. et doc., 4, C.N.R.S.

Institut de Spéologie « Emile Racovitza » Bucarest
Reçu le 18 février 1980

En conclusion, nous précisons que les analyses chimiques des solutions, ainsi que les observations expérimentales ne sont pas encore terminées et ce que nous venons d'exposer forment un cycle d'observations préliminaires, les appréciations finales feront l'objet d'une note future.

Bibliographie

1978 DIACONU, G., Peptera Cleopatrei. Genèse et evolution. Trav. Inst. Spéol. Emile Racovitza, XVII.
1979 CIMOTI, A., Etude de la cinétique de précipitation des carbonates de calcium en pâtes aqueuses.
Thèses pour obtenir le grade de docteur de spécialité chimie-physique.
1957 ROGUES, H., Chimie des carbonates et hydrogéologie karstique. Mém. et doc., 4, C.N.R.S.

Institut de Spéologie « Emile Racovitza » Bucarest
Reçu le 18 février 1980