

L'étude des formes chimiques d'occurrences des métaux lourdes dans le caverne de jipse "Emil Racovita"(Zolusca)

Vitalie Botnaru

(membre de l'Institut de géophysique et géologie de l'Académie de Sciences de la République Moldavie)

str. Gheorghe Asachi 62/1 app. 60, 2028 – Chisinau

Republique de la Moldova

Tel : 73.88.34

e-mail : xdi@asm.md

Résumé

Il s'agit des résultats scientifiques géochimiques sur les sédiments détritiques du caverne "Emil Racovita". On y décrit la méthode de partage chimique consecutive sur l'étude des formes chimiques d'occurrences des métaux lourdes dans les sédiments du caverne. Il est étudié la corrélation des microéléments dans les eaux des lacs souterrains et sédiments acvifères.

L'étude des formes chimiques d'occurrences des métaux lourdes

Au nord de la Moldova, sur les pâturages peu fertiles des anciennes terrasses de la rivière Prut, on peut observer du karst sous l'aspect d'entonnoire en forme de cuvette remplie d'habitude par des limons.

Parfois on voit des effondrements envahissant des arbres et des arbustes. Les limons de plaine des terrasses inondables de la rivière Prut qui couvrent les roches solubles protègent ces dernières contre l'action directe de l'eau (contre le lessivage). On a constaté des manifestations intensives de karst sur la plaine inondable du Prut et de son affluent de gauche Ghysovaia surtout pendant les pluies et les inondations, quand les roches solubles de calcaire et les gypses déposés au fond de la Mer salée de Torton il y a 16-20 mln ans se sont accumulés à la surface du sol.

La rivière Ghysovaia s'est enfoncée profondément dans les calcaires et les gypses. On peut voir sur la plaine et les pentes de la rivière du karst ouvert. A chaque km on peut observer beaucoup de trous, de catavothres, de puits à travers lesquels l'eau de surface peut s'infiltrer sans obstacle en profondeur.

La grotte « Emil Racoviță » a été découverte pendant les travaux de minage dans la carrière d'extraction du gypse. En août 1959 l'eau jaillit des cavités ouvertes, elle inonda la couche utile du gypse (20-27m). Pour reprendre les travaux d'extraction du gypse on a construit une station de pompes qui a pompé de la fouille un volume de 2 millions m³ d'eau chaque 24 heures. Cette accumulation d'eaux dans les fissures qui s'élargissaient dans les profondeurs a créé des tunnels et des grottes inexplorables et inconnues longtemps. La baisse du niveau d'eau a conduit au dessèchement lent des argiles visqueuses recouvrant le fond dont l'épaisseur atteignait 15-20 m (épaisseur moyenne 0,6 m). La surface de ces argiles grises, brunes, rouges, parfois même noires, est devenue plus dure, en formant un réseau des fissures.

D'après les résultats des recherches des plusieurs années ce processus a une tendance de progression. L'argile maintient ses propriétés visqueuses et absorbantes surtout dans les dépressions autour des lacs et des puits karstiques. Cependant, une diminution de l'humidité relative de l'air dans les labyrinthes se produit de 98% jusqu'à 80 %, même 72-75%.

La grotte de gypse se rapporte au type de labyrinthes horizontaux en forme de réseau. Parmi les cavités souterraines de la grotte les tunnels au diamètre de 2-3 m prévalent. On peut rencontrer parfois dans les salons de la grotte des passages étroits en forme de canon, des puits et des voûtes en style gothique. Les principaux salons (№. 4 (3-4 millions m³) sont amassés à l'intersection des fissures tectoniques en direction de nord-est et de nord-ouest. Ainsi, on peut voir les salons « Sala așteptării », « Cimitirul dinosaurilor », hauteur 11 m, largeur 38m, longueur 60-100m. Dans le salon « Sala așteptării » quelques colonnes servent en qualité de support pour la voûte du salon. Certaines colonnes sont en suspension, sans atteindre le fond du salon. On rencontre souvent « des tuyaux d'orgue » d'hauteur et de diamètre variables. Certaines dépressions et puits sont inondés par l'eau en formant des lacs souterrains. Leur profondeur atteint plus de 6-8 m tandis que la plupart de ces lacs ont une profondeur de 1,5-2,0m.

Parmi les formes sculpturales du relief souterrain on peut admirer des corniches, les encombrements des blocs de cristal de gypse, les collines coniques de sédiments, les entonnoires au pied des galeries et des salons. Le gypse des parois et des voûtes est de couleur blanche-grise ou jaune ; il est presque toujours cristallin, les cristaux ayant parfois des dimensions énormes « Sala pinguinului ». Parfois les couches intermittentes forment des ondes ou des petits plis en dessinant sur les dômes une mosaïque naturelle.

On peut voir aussi des hélectites qui forment un ornement mystérieux sur les parois ou qui sont suspendues et qui ressemblent aux petites stalactites ou aux petits glaçons.

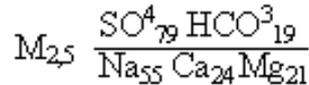
On a fait des investigations du microclimat, l'analyse de l'eau et des sols. Les températures de l'air et de l'eau de la grotte ont été étudiées à l'aide du „Barotermohydromètre”, des thermomètres minimaux et maximaux ou en enregistrant

chaque jour ou chaque semaine les indices. Dans les dépressions et surtout pres des lacs la température atteignait 11-13°C, par exemple dans la zone du lac „Verde” la température était de 11°C, tandis qu’à la surface de la terre elle était de 33°C .

L’humidité relative était de 95-100%. Aux piquetages ou le fond était plus leve la température était de 21-22°C, , l’humidité relative 75-79%, à une distance de 555m où le niveau du fond était de 11,5m, par raport à l’entrée , la température était de 21°C, 75%. La diférence d’humidité diurne ne dépassait pas 2%, temperature-0,6°C. La température minimale (8,5°C) a été enregistrée à une distance de 692m et a 1560m de l’entree, tandis que la température minimale de l’eau dans le lac „Verde” était de 10,8°C.

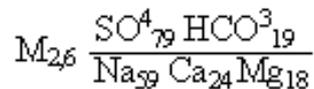
Pendant léétude de la fouille de la carrière et du terrain anexé on a constaté une karstation intensive des dépôts sarmatiques et tortoniques. L’eau jaillissa des fissures existantes dans les grés de craie.

Selon G. Asovski, la composition de l’eau, étudiée d’apres la formule de Kourlov, était la suivante:



Dans le puits artésien nr. 16 de Criva, fore a une profondeur de 136m, l’eau a apparu à 53,5-136m.

La couche aquifere des sables et des grés de craie se réunissait avec les eaux souterraines qui remplissaient les fissures des calcaires siluriens. D’apres la formule de Kurlov on peut déterminer le type d’eau minerale.



C’est de l’eau sulfato-hydrocarbonatée-sodique-calcique-magnésifère.

L’arrosage des surfaces ensemencees avec les eaux minerales de la carrière de Criva a mené à la salinité des sols et a la diminuation de leur fertilité.

L’analyse des échantillons de la grotte et de la carrière de Criva présente des indices très significatifs en ce qui concerne la teneur en microelements(le contenu). L’estimation a été réalisée à la base du résidu sec en utilisant la methode d’analyse spectrale à emission et la methode d’absorption atomique.

Outre les échantillons d’eau, on a prélevé d’échantillons des sédimentations qui représentent des residus des roches d’autrefois, détruites et déposées à un autre lieu, plus loin de celui de l’origine, dont l’étude constitue un domain important de la spéléologie scientifique. Ce materiel prélevé a été séché à la température de 105°C jusqu à une masse constante, transformée ensuite en solution par de « l’eau regale »(HCl+HNO 3:1) pour faire une analyse globale.

Dans le but de continuer l’étude geochimique des depots detritiques de la grotte, on a exposé à une altération chimique consécutive les échantillons du profil nr. 2 pour mettre en evidence les formes chimiques d’occurence des metaux lourds.

A l’étape initiale on a exposé l’échantillon de la sedimentation à l’action d’une solution d’acétate de sodium(pH-4,0), en éliminant dans cette solution les metaux contenus dans les carbonates.

A la deuxième etape on a exposé l’échantillon à l’action de l’eau oxygénée de 30%, en dissolvant ainsi la substance organique. Le résidu restant est dissolvé en solution «d’eau regale »(HCl+HNO 3:1)

L’étude des formes chimiques d’occurence des metaux lourds par un grand nombre des profils des sédimentations de la grotte et dans les couches des roches, associé aux résultats des analyses chimiques(les constituants majeurs et mineurs) des eaux souterraines des lacs souterrains, des sources et des puits d’une aire d’expension plus vaste, permettent d’obtenir une caractérisation géochimique plus ample de la zone karstique et de sa genése.

Les concentrations des métaux dans les échantillons des sédimentations (ppm)									
profil	h (cm)	Fe	Mn	Cr	Ni	Sr	Cu	Zn	Pb
1	0-7	12071	541	6.2	19.5	210.2	23.4	85.6	8.6
	7-15	12323	566	2.4	19.7	187.3	19.7	73.9	7.4
2	3-5	33165	1231	7.1	28.4	450.1	30.8	108.9	14.2.
	6-7	45821	681	2.5	9.9	322.0	14.8	69.4	4.9
	11-12	24199	10889	13.8	1041	212.6	63.9	328.4	17.3
3	2-3	18798	604	11.2	62.6	226.0	29.0	91.7	13.5
	10-11	18750	1056	17.2	43.1	215.6	32.3	131.4	12.9
	14-15	11235	322	12.5	22.8	228.8	31.2	108.2	10.4
4	0-8	6897	280	2.3	10.7	219.8	17.2	60.4	9.0
	8-15	10962	1014	4.1	13.7	169.9	22.0	73.9	5.5
5	0-7	8867	316	2.2	12.7	288.1	22.2	78.2	7.9
	7-15	10941	1301	2.8	29.5	354.1	20.7	82.8	8.8

Sédiment rougeâtre	66388	1470	3.4	11.8	426.7	18.9	90.1	7.6
Gélectites	12975	971	2.9	37.3	194.6	27.5	79.5	8.1
Le petit lac (limon)	26135	337	2.7	168.6	621.0	33.7	160.1	12.7
Le lac Moldova (limon)	10870	1687	1.7	48.5	686.5	22.9	91.5	14.3
Le lac Dacia (limon)	10260	1231	1.8	41.0	498.6	22.6	98.5	18.4
Clarke dans l'écorce terrestre (Vinogradov)	5.0	0.1	0.02	0.008	0.045	0.00045	0.00065	0.00015

Les concentrations des constituants mineurs (ppb) et majeurs (mg eqv/l) dans les échantillons d'eau

Lieu du prelevement	Fe	Mn	Al	Mo	Cu	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	F ⁻	Residu sec [g/l]
Le lac Dacia	35.0	8.0	20.1	19.1	7.1	25.0	4.5	32.0	0.02	2.63
Le petit lac	23.0	5.0	39.3	22.0	9.5	26.2	4.8	35.4	0.03	2.55
Le lac Moldova	10.0	4.0	8.3	14.5	8.2	27.5	4.7	31.6	0.02	2.70
Carriere	9.0	10.0	11.2	13.1	7.3	26.5	4.4	33.3	0.05	2.38
Le grand Puit	28.0	10.3	12.4	10.0	5.1	28.5	4.3	31.2	0.04	2.66
La source	77.0	5.2	2.1	0.5	3.2	2.7	4.8	1.1	0.02	0.49
Le puit de Criva	11.0	1.2	7.5	1.0	4.1	1.2	4.6	2.9	0.03	0.51

La distribution des formes chimiques d'occurrence des métaux lourds par profil de sédimentation nr. 2

h [cm]	CH ₃ COONa pH-3.8							
	Fe	Sr	Cu	Mn	Pb	Cd	Zn	Cr
3-5	4.0	200	0.68	13.2	0.8	1.9	4.0	0.5
6-7	8.4	179	0.54	46.1	1.2	1.7	1.7	0.4
11-12	30.5	150	0.40	32.1	1.1	2.2	2.1	0.8

h [cm]	H ₂ O ₂ (30%)							
	Fe	Sr	Cu	Mn	Pb	Cd	Zn	Cr
3-5	6.0	116	1.8	880	1.5	1.3	5.4	3.2
6-7	8.0	97	0.9	500	0.8	1.1	4.1	2.8
11-12	1.5	70	4.8	900	2.8	1.8	2.9	6.0

h [cm]	HCl+HNO ₃ (3:1)							
	Fe	Sr	Cu	Mn	Pb	Cd	Zn	Cr
3-5	33165	450	30.8	1231	14.2	10.1	109	7.1
6-7	45821	322	14.8	681	4.9	5.3	69	2.4
11-12	24199	212	63.9	10889	17.3	9.0	328	13.2