CONSIDÉRATIONS SUR LE CHIMISME DES EAUX KARSTIQUES DU MASSIF DEDEGÖL DAG (TAURUS OCCIDENTAL-TURQUIE)*

par
LIVIU VĂLENAŞ

La note présente une série de considérations sur le chimisme des eaux karstiques du massif *Dedegöl Dag*, particulièrement des eaux de la grotte *Pinargözü*. Basé sur les analyses chimiques effectuées, on présente aussi un modèle théorétique de la circulation karstique dans le massif *Dedegöl Dag*.

Le massif *Dedegöl Dag* représente une des plus intéressantes zones karstiques de la Turquie asiatique. Bref, il s'agit d'un karst alpin, ayant un point culminant à 2992 m altitude. Le modèle karstique et glaciaire se superpose sur le modèle géologique, représenté par des calcaires jurassiques, d'une épaisseur d'environ 1500 m. Les calcaires sont affectées par des failles importantes. Le drainage est constitué, en partie, par l'exurgence de *Pinargözü*, située à 1510 m altitude. La grotte *Pinargözü* d'un développement plus de 5 km, a été découverte en 1964, étant ultérieurement explorée par des équipes franco-anglaises. En 1978 l'auteur a collaboré avec *„Zaglebiowski Klub Taternictwa Jaskiniowego"* (le Club de l'alpinisme souterrain de *Zaglebie Dabrowskie*) de la Pologne aux recherches entreprises en *Pinargözü*. L'équipe polonaise a parcouru entièrement le réseau, prélevant plusieurs échantillons d'eau, qui ont été analysés en Roumanie.

La prélévation des échantillons a été axée, comme c'était normal, sur la rivière souterraine de *Pinargözü*, inclusivement la rivière de surface en aval de l'entrée (les echantillons 1,2, 3, 4, 5, 6 et 7). Un échantillon a été pris d'une petite exurgence (la source *Pinar*) située pas loin de *Pinargözü* (echantillon 8), tandis que le dernier échantillon (9) a été préléve du grand lac *Beysehir Gölü*, situé à l'est du massif *Dedegöl Dag*. De suite nous présentons un tableau où sont synthétisées les principales valeurs phy-

---

* La note a été présentée au symposion *„Primăvara arădeană"*, section *„Calitatea mediului şi valorificarea patrimoniului naţional al judeţului Arad"*, 11—12 mai 1980.

https://biblioteca-digitala.ro

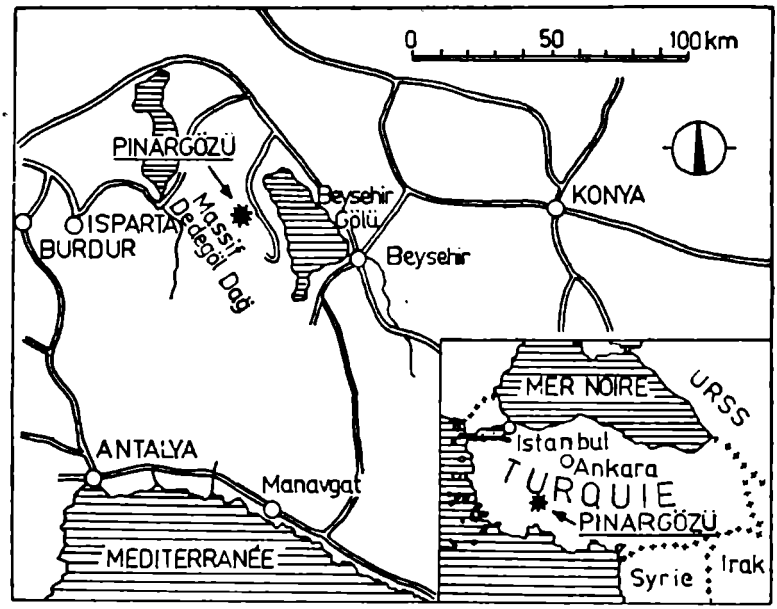

Fig. 1. La carte des environs du massif Dedegöl Dag (d'après C. Chabert, 1977).

sico-chimiques des échantillons. Nous allons examiner les echantillons prélevés de *Pinargözü,* en tâchant voir si ces échantillons peuvent nous aider à élaborer un modèle de géochimisme et circulation karstique de cette importante cavité. D'après la figure 2 on obsèrve que les échantillons d'eau ont été prélevés en plusieurs points de la rivière souterraine, long de 2500 m, pour pouvoir constater la manière dont ce cours d'eau change son contenu chimique.

Le premier échantillon (1) a été prélevé du Siphon 4 en aval (+182 m). L'échantillon présente une minéralisation modérée, 147,0 mg/l, dont 22,3 mg/l Ca^{++} et 7,6 mg/l Mg^{++}. Après le parcours d'un tronçon de 600 m, le cours d'eau souterrain présente une minéralisation semblable (échantillon 2), 153,9 mg/l, dont 20,1 mg/l Ca^{++} et 9,9 mg/l Mg^{++}. On nous surprend la plus petite valeur en Ca^{++}, même s'il s'agit d'une différence négligeable (2,2 mg/l). C'est possible que cette différence soit le résultat du prélèvement des échantillons en différents jours, et d'autre part nous pensons à un apport suplémentaire d'eau de percolation, faiblement minéralisée. L'échantillon 3 représente la rivière principale, immédiatement en amont du confluent (+79 m), à 500 m en aval de l'échantillon 2. L'échantillon présente une minéralisation encore plus modérée (127,3 mg/l), d'abord à cause d'une valeur réduite en HCO_3^-. La minérali-

https://biblioteca-digitala.ro

Tableau I

Nr.	Localisation	la date	t°	pH	Ca^{++} mg/l	Mg^{++} mg/l	HCO_3^- mg/l	SO_4^{--} mg/l	Cl^- mg/l	total mg/l
1.	*Pinargözü*, la rivière principale, Siphon 4, aval	17/9/1978	5,0	6,90	22,3	7,6	115,9	0,7	0,5	147,0
2.	*Pinargözü*, la rivière principale, Siphon 2, aval	11/9/1978	5,2	7,00	20,1	9,9	122,5	1,0	0,4	153,9
3.	*Pinargözü*, la rivière principale, au confluent	11/9/1978	5,3	7,05	20,8	7,7	97,6	1,0	0,2	127,3
4.	*Pinargözü*, afluent	11/9/1978		6,95	13,3	18,5	122,0	0,8	0,4	155,0
5.	*Pinargözü*, entrée	16/9/1978	6,0	6,90	33,4	9,0	152,5	0,7	0,3	197,2
6.	rivière de surface, 200 m en aval de *Pinargözü*	16/9/1978	7,0	6,90	26,0	5,9	123,0	2,0	0,5	156,1
7.	rivière de surface, 2000 m en aval de *Pinargözü*	18/9/1978	8,5	7,00	28,2	6,8	134,2	0,8	0,8	170,8
8.	exurgence *Pinar*	16/9/1978	11,5	6,40	6,7	2,9	36,6	3,2	0,9	50,3
9.	*Beysehir Gölü*	18/9/1978	19,5	7,25	29,8	24,0	201,3	29,2	2,1	286,4

sation en Ca^{++} (20,8 mg/l) et en Mg^{++} (7,7 mg/l) est pourtant semblable avec les échantillons 1 et 2. Pour l'échantillon 3 nous croyons que la diminuation de la minéralisation soit la conséquence claire d'un mélange d'eau de percolation avec l'eau de la rivière souterraine.

Pour l'affluent de la grotte *Pinargözü* a été prélevé l'échantillon 4. Il présente une minéralisation aussi modérée, 155,0 mg/l. Mais il présente des valeurs différentes en Ca^{++} (13,3 mg/l) et en Mg^{++} (18,5 mg/l), en comparaison avec les valeurs en Ca^{++} et Mg^{++} de la rivière principale. Cette différence, assez nette, indique sans doute l'origine différente de ces deux rivières souterraines.

En aval du confluent de ces deux rivières souterraines (ayant un débit à peu prés égal) l'eau parcourt un tronçon de 900 m, ayant de nombreux bassins profonds, pour surgir après à la surface (point 0 du réseau). D'ici a été prélevé l'echantillon 5, avec une minéralisation plus grande, 197,2 mg/l, dont 33,4 mg/l Ca^{++} et 9,0 mg/l Mg^{++}. On observe, qu'après le parcours du tronçon de 900 m, les eaux présentent une minéralisation plus forte, particulièrement en Ca^{++} et HCO_3^-, phénomène normal.

https://biblioteca-digitala.ro

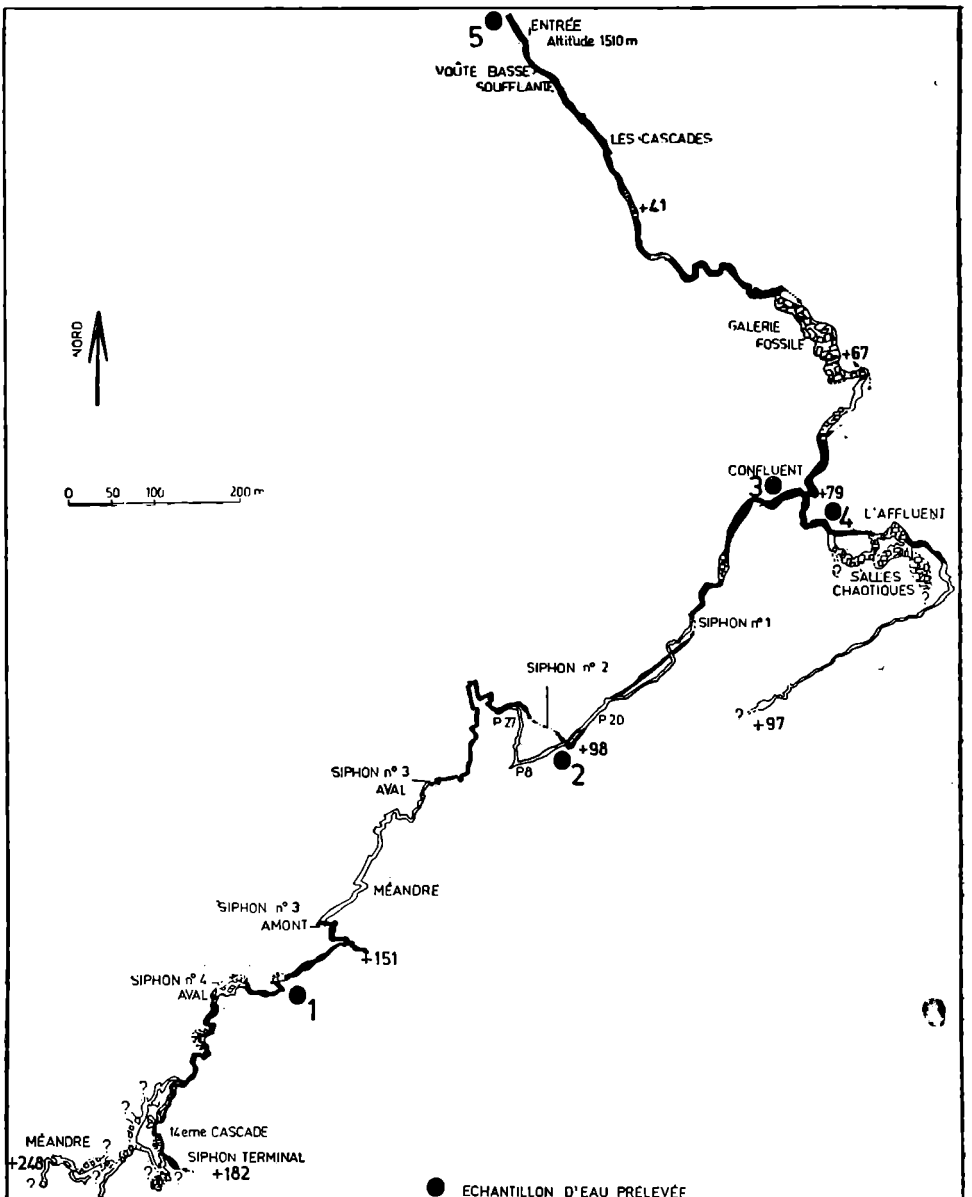

Fig. 2. La position des échantillons d'eau karstique, prélevée dans la grotte Pinargözü (le plan du réseau d'après C. Chabert, 1977).

https://biblioteca-digitala.ro

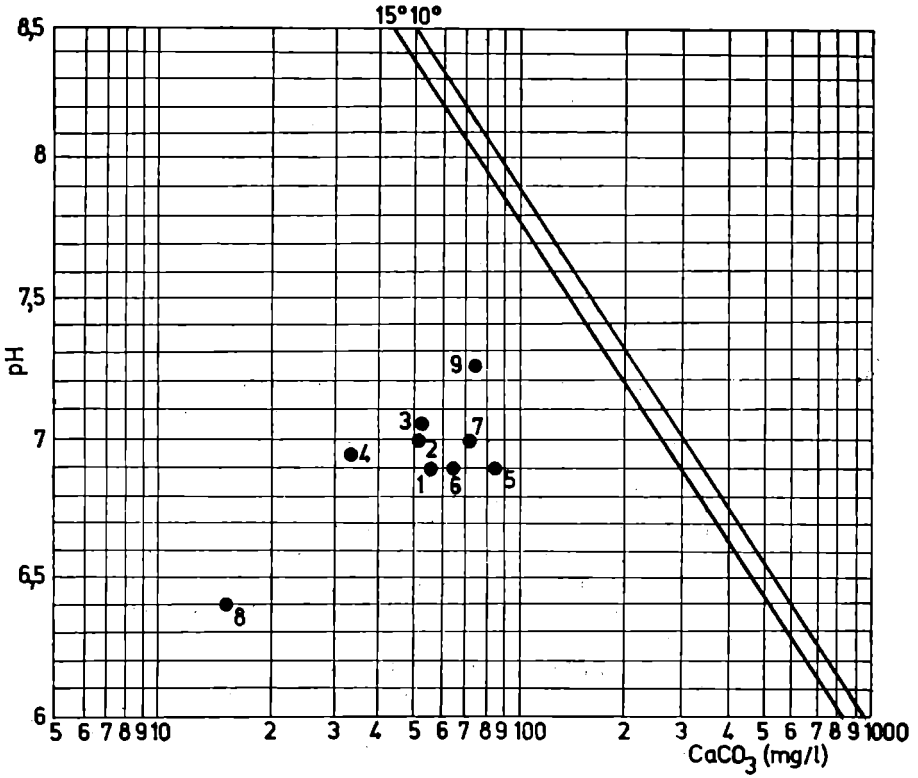

Fig. 3. Le contenu en $CaCO_3$ et le pH des échantillons étudiés dans un diagramme Roques.

De l'entrée de *Pinargözü* le cours d'eau souterrain devient une rivière de surface, coulant par de petites gorges. Les eaux subissent d'une part un changement de température, et d'autre part elles reçoivent un apport supplémentaire de l'exurgence *Pinar* (échantillon 8). Cette source est faiblement minéralisée et ainsi son apport d'eau détermine une diminuation locale de la minéralisation du ruisseau de *Pinargözü*. Cette chose est clairement prouvée par l'échantillon 6, prélevé à 200 m en aval de l'entrée de *Pinargözü*. L'échantillon a une minéralisation diminuée en comparaison avec l'échantillon 5, 156,1 mg/l, dont 26,0 mg/l Ca^{++} et 5,8 mg/l Mg^{++}. Après un parcours de 1800 m le ruisseau présente un accroissement de la minéralisation, 170,8 mg/l, dont 28,2 mg/l Ca^{++} et 6,8 mg/l Mg^{++} (l'échantillon 7).

Synthétisant ces observations avec toutes les résèrves, on peut tirer une série de conclusions. D'abord on remarque la minéralisation relativement réduite des eaux karstiques de *Pinargözü*. Ce fait est étonnant si on

https://biblioteca-digitala.ro

tient compte du long tracé souterrain, parcouru par les eaux karstiques. Il faut faire une précision; quand il s-agit d'un long tracé, nous n'y pensons pas seulement à la rivière souterraine connue sur 2500 m, mais aussi au tracé qui n'est pas encore exploré, situé en amont du siphon terminal (+182 m). Nous le soupçonnons d'avoir une dimension beaucoup plus grande. Certains calculs nous permettent à aprécier que le tronçon souterrain entièrement peut dépasser 10 km de longueur, avec un potentiel théorétique maximal de dénivellation de 1482 m.

On peut considérer que la minéralisation réduite des eaux karstiques de *Pinargözü* a plusieures causes. C'est presque sûre que l'origine du cours d'eau souterrain provient de la fonte de la neige accumulée dans les dolines et les avens (qui ont une profondeur entre 5—50 m) du plateau sommital — les températures baissées de la rivière souterraine de *Pinargözü* prouvent cette chose. Or, l'eau provenue de la fonte de la neige a une faible agressivité, les causes sont bien connues, nous ne les discutons plus. Le fait principal que pourrait expliquer la faible minéralisation des eaux karstiques de *Pinargözü* on le trouve justement dans la tectonique et le relief du massif *Dedegöl Dag*. L'existence d'un important système de failles, et d'une grande dénivellation (700—900 m) entre l'entrée de *Pinargözü* et le plateau sommital) a permis la circulation rapide des eaux karstiques, dans un régime vadose. Le régime vadose et la grande vitesse de la circulation des eaux karstiques, en ce cas, n'apparaissent pas favorables à la dissolution des calcaires.

Le contenu trés diminué en chlore (entre 0,3 et 0,5 mg/l) indique clairement qu'il s'agit d'un aquifère profond, développé à des centaines mètres sous le plateau sommital. Les températures baissées de l'eau karstique de *Pinargözü* et son faible chargement en callcium c'est encore un contre-argument à la théorie de J. Corbel, concernant la karstification plus forte dans les régions froides en rapport avec les regions chaudes.

Remerciements. Je tiens à remercier d'abord à C. Marin de l'Institut de Spéologie „Emile Racovitza" de Bucarest, qui a effectué toutes les analyses chimiques.

Je remercie aussi aux membres de l'expédition polonaise du *Zagle bie Dabrowskie,* pour les informations données.

Je suis très obligé à J. Zygmunt, qui avec amabilité m'a prélevé les échantillons des eaux karstiques traités dans la note.

CONSIDERAŢII ASUPRA CHIMISMULUI APELOR CARSTICE DIN MASIVUL DEDEGÖL DAG (TAURUS OCCIDENTAL — TURCIA)

(rezumat)

Masivul Dedegöl Dag reprezintă una din cele mai interesante zone carstice din Turcia asiatică, o zonă aparţinînd carstului de tip *alpin,* cu un punct culminant la 2 992 m altitudine. Modelul carstic şi glaciar se suprapune peste un model geologico-

https://biblioteca-digitala.ro

structural, alcătuit din calcare jurasice, cu o grosime de aproximativ 1 500 m, afectate de falii importante. Drenajul masivului este reprezentat, în parte, de resurgența Pinargözü, cu o dezvoltare de peste 5 km, situată la 1 510 m altitudine. În 1978 clubul de speologie polonez *„Zaglebiowski Klub Zaglebie Dabrowskie"* a parcurs în întregime rețeaua și a prelevat o serie de probe de ape carstice, probe analizate ulterior în R. S. România.

Din Peștera Pinargözü au fost recoltate 5 probe de apă, o probă provenind din afluentul rețelei, iar restul de 4 probe fiind prelevate de pe întregul tronson al cursului subteran principal, lung de 2 500 m. Valorile fizico-chimice ale probelor respective se pot urmări în tabelul I. Analizele chimice demonstrează originea diferită a celor două cursuri de apă (cursul principal și afluentul din Pinargözü), cursul principal provenind fără îndoială din zona cu acumulări de zăpadă (în doline și avene) a platoului somital. Valorile de chimism ale apelor din Pinargözü demonstrează o slabă încărcare cu Ca^{++} și cu HCO^{-}, fapt surprinzător dacă ținem cont de lungul drum subteran pe care-l parcurg apele. Relativa slaba mineralizație a apelor carstice din această resurgență se datorește circulației rapide în regim vados, pe un sistem important de fracturi, sistem care dealtfel a generat și dispunerea spațială a galeriilor Peșterii Pinargözü. Alte două probe (6, 7) au fost prelevate din cursul de suprafață, resurgent din Pinargözü. Încărcarea cu Ca^{++} este și mai slabă față de tronsonul subteran, fapt pe care îl explicăm printr-o circulație și mai rapidă, în condițiile unui torent printr-un veritabil canion carstic de suprafață. Proba nr. 8 provine dintr-o mică exurgență (izvorul Pinar). Analizele chimice demonstrează o foarte slabă mineralizație, ceea ce indică un dren local cu o circulație rapidă pe un sistem de falii.

În concluzie, mineralizațiile relativ reduse ale apelor carstice din masivul Dedegöl Dag au mai multe cauze. Pe de o parte rapida circulație a apelor în regim vados, în condițiile atît unei mari diferențe de nivel între platoul somital și resurgența Pinargözü, cît și a unui important sistem de fracturi majore, cu rol de a orienta rapid scurgerea de tip carstic spre un punct de descărcare. Pe de altă parte originea apei din topirea zăpezilor nu contribuie la mărirea agresivității. Conținuturile foarte diminuate în cloruri indică un acvifer profund, dezvoltat la mare adîncime sub platoul somital. Chimismul apelor masivului Dedegöl Dag constituie încă un contraargument la teoria lui J. Corbel, privind carstificarea mult mai puternică în regiunile reci în comparație cu cele calde.

BIBLIOGRAPHIE

Aminot, A., 1974, *Géochimie des eaux d'aquifères karstiques. II — Les analyses chimiques en hydrogéologie karstique, Ann. Spéléol.*, 29, t. 4, 461—483.

Aminot, A., 1975, *Géochimie des eaux d'aquifères karstiques. 4. Le pH: aspect théorique, mesure et interpretation géochimique*, Ann. Spéol., 30, t. I, 7—20.

Atalay, J., 1973, *Some investigation on the karstification and pedogenesis in Taurus Mountains*, Jeomorfoloji Dergisi, Ankara, 2, (5), 135—151.

Bakalowicz, M., 1972, *Bibliographie Turque*, Grottes et Gouffres, 48, 52—61.

Bakalowicz, M., 1975, *Géochimie des eaux karstiques et karstification.* Ann. Spéléol., 30, t. 4, 581—589.

Bakalowicz, M., 1977, *Relations entre la dynamique des eaux du karst et les processus de karstification*, Proc. of the 7 th. Intern. Spéléol. Congr., Sheffield, 10—12.

Bakalowicz, M., Aminot, A., 1974, *Géochimie des eaux d'aquifères karstiques. III. — Premiers résultats obtenus sur le système karstique du Baget durant le cycle hydrologique 1973*, Ann. Spéléol., 29, t. 4, 484—493.

https://biblioteca-digitala.ro

Bakalowicz, M., Chabert, C., 1970, *Bibliographie Turque*, Grottes et Gouffres, 45, 37—41.
Bleahu, M. D., 1974, *Morfologia carstică*, Ed. Ştiinţ., Bucureşti, 591 pp.
Chabert, C., 1968, *Essai de bibliographie Turque*, Grottes et Gouffres, 42, 43—50.
Chabert, C., 1972, *De l'expédition à Pinargözü en 1971*, Grottes et Gouffres, 48, 5—28.
Chabert, C., 1975, *Bibliographie Turque*, Grottes et Gouffres, 55, 12—15.
Chabert, C., 1976, *Bibliographie spéléologique de la Turquie*, Grottes et Gouffres, 62, 25—27.
Chabert, C., 1977, *Pinargözü caverne du vent*, La Montagne & Alpinisme, 110, t. 4, 192—197.
Corbel, J., 1957, *Les karsts du Nord-Ouest de l'Europe et de quelques régions de comparaison*, Inst. d'Études Rhodan., *12*, 534 pp.
Corbel, J., 1959, *Vitesse de l'erosion*, Z. F. Geomorphol., *3*, t. 1, 1—28.
Corbel, J., 1963, *Vitesse d'érosion et formation des grottes;* 3e Congr. Intern. Spéléol., Wien, t. *II*, 37—41.
Ek, C., 1966, *Faible agressivité des eaux de fonte des glaciers: l'exemple de la Marmolada (Dolomites)*, Ann. Soc. Géol. Belgique, 5—10, t. 89, 177—188.
Eraso, A., 1969, *La corrosion climatica en las cavernas*, Rass. Spel. Ital., *XXI*, fasc. 1—4, 25—49.
Marin, C., 1973a, *Dizolvarea calcarelor de către apele naturale*, Bul. Cerc. Speol. „Emil Racoviţă", Bucureşti, nr. 2.
Marin, C., 1973b, *Observaţii asupra chimismului apelor naturale din zona carstică a Munţilor Sebeşului*, Bul. Cerc. Speol. „Emil Racoviţă", Bucureşti, nr. 2.
Marin, C., 1978, *Chimia apelor naturale din zonele carstice. I. Compoziţia şi analiza chimică*, Bul. Inform. F.R.T.A.—C.C.S.S., Bucureşti, nr. 2, 5—15.
Marin, C., 1979 *Chimia apelor naturale din zonele carstice. II. Prezentarea rezultatelor analitice*, Bul. Inform. F.R.T.A.—C.C.S.S., Bucureşti, nr. 3, 7—21.
Roques, H., 1962a *Considérations théorétiques sur la chimie des carbonates (Premier mémoire)*, Ann. Spéléol., 1, t. *VII*, 11—41.
Roques, H., 1962b *Considérations théorétiques sur la chimie des carbonates (Deuxième mémoire)*, Ann. Spéléol., 2, t. XVIII, 241—284.
Roques, H., 1962c *Considération théorétiques sur la chimie des carbonates (Troisième mémoire)*, Ann. Spéléol., 3, t. *XVII*, 463—467.
Roques, H., 1969 *A review of present-day problems in the physical chemistry of carbonate in solution*. Trans. Cave. Res. Group of Gr. Brit., 3, vol. *II*, 139—163.
Rudnicki, J., 1976, *Conditions géologiques et hydrologiques du développement du karst dans le Taurus Occidental*, Speleologia, Warszawa, 9, 52—69.
Tarruson, E., 1972 *L'affluent de Pinargözü ou les Caussenards dans le Taurus*, Grottes et Gouffres, 48, 5—28.
Vălenaş, L., Iurkiewicz, A., 1980—1981, *Studiu complex al carstului din zona Şuncuiuş—Mişid (Munţii Pădurea Craiului)*, Nymphaea, vol. *VIII—IX*, pp. 311—378, Oradea.
Vălenaş, L., Zygmunt, J., 1980, *Contribuţii la cunoaşterea carstului masivului Dedegöl Dag (Taurus Occidental — Turcia)*, Bul. Inform. F.R.T.A.—C.C.S.S., nr. 4, pp. 7—23, Bucarest.
* * * 1977 *Spelunca. Special no. 2. Les grandes cavités mondiales*, nr. 2, supplément.

https://biblioteca-digitala.ro