

**INSTITUTUL GEOLOGIC
STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE**

SERIA E

Hidrogeologie

Nr. 11

STUDII DE HIDROGEOLOGIE

BUCUREŞTI
1973



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

**INSTITUTUL GEOLOGIC
STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE**

SERIA E

Hidrogeologie

Nr. 11

STUDII DE HIDROGEOLOGIE

BUCUREŞTI
1973



Institutul Geologic al României

C O N T E N U

	<u>Page</u>
T. Bandrabur, D. Slăvăoacă. Eaux minérales de la zone de Malnaș-Ozunca (district Covasna)	22
Gh. Vasilescu, E. Liteanu. Nouvelles sources d'eaux thermominérales dans la zone de Băile Herculane	43
Ana Ghenea, Rosette Ianc. Observations hydrogéologiques dans la zone d'Agigea	62
P. Ciorniei. Considérations géologiques sur les eaux minérales de la partie centrale des Monts du Maramureş	82
Gh. Vasilescu, C. Lecea, Maria Pirvu. De l'existence des eaux thermo- minérales de la zone du municipie d'Arad	91



C U P R I N S

Pag.

T. Bandrabur, D. Slăvăoacă. Apele minerale din zona Malnaș-Ozunca (județul Covasna)	7
Gh. Vasilescu, E. Liteanu. Noi surse de ape termominerale în zona stațiunii Băile Herculane	25
Ana Ghenea, Rosette Ianç. Observații hidrogeologice în zona Agigea	45
P. Ciornel. Considerații geologice asupra apelor minerale din partea centrală a munților Maramureșului	65
Gh. Vasilescu, C. Lecea, Maria Pirvu. Despre existența apelor termominerale în zona municipiului Arad	83



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

APELE MINERALE DIN ZONA MALNAŞ-OZUNCA
(JUDEȚUL COVASNA)¹
DE
TODERIȚĂ BANDRABUR², DAN SLĂVOACĂ³

Abstract

The Mineral Waters from the Malnaş-Ozunca Zone. In this paper, the authors present the geological and hydrogeological conditions which facilitated the occurrence of the hydromineral ore deposit from the Malnaş-Ozunca Zone. The mineral character of the waters from the above mentioned zone is given by the carbon dioxide (of a post-volcanic origin), came out from the depth using the fault systems. Bicarbonated carbogaseous waters, bicarbonated carbogaseous weakly sulphurous waters and chloro-sodium bicarbonated carbogaseous waters, have been identified in this region.

Introducere

Regiunea cercetată se extinde de o parte și de alta a rîului Olt, între localitățile Malnaș la S și Bicsad la N; spre E, limita regiunii urmărește, îndeaproape, contactul dintre versantul vestic al munților Bodoc cu zona de terase ale Oltului, iar spre W, regiunea se delimitează după o linie N-S ce trece prin obîrșia pîriului Lung, prin apropierea confluenței pîriului Ozunca cu valea Întunecoasă și în continuare pînă la S de pîriul Mestecăniș.

Cercetările de teren s-au desfășurat în două etape și anume: o primă etapă o constituie anul 1959⁴, an în care s-a efectuat cartarea geologică și hidrogeologică a zonei, iar cea de a doua etapă corespunde anului 1970⁵,

¹ Comunicare susținută la Simpozionul de ape minerale-Herculane, septembrie 1971.

² Institutul Geologic, Șos. Kiseleff nr. 55, București.

³ Întreprinderea Geologică de Prospecțiuni, Calea Griviței nr. 64, București.

⁴ D. Slăvoacă. Cercetări hidrogeologice în zona Malnaș. 1959. Arh. M.M.P.G., București.

⁵ T. Bandrabur, Venca Codarcea. Studii geologice asupra Cuaternarului din culoarul Oltului între Bodoc și Tușnad. 1970. Arh. Inst. Geol. București.



etapă în care se aduc precizări de ordin morfologic și cronologic privind formațiunile mai noi din culoarul Oltului dintre Malnaș și Tușnad.

Istoric

Regiunea de care ne ocupăm a constituit obiectul de cercetare a multor autori, încă din secolul trecut, dintre care amintim pe Lill de Lielienbach, Fr. Herbich etc., autori care au tratat într-o manieră cu totul generală formațiunile mai vechi din regiune.

Lucrări mai recente asupra flișului cretacic aparțin autorilor: Filipescu (1955), Băncilă (1958), Sandulescu et al. (1968), Patruliș et al. (1967) etc.

Formațiunile pliocene și cuaternare au fost tratate de Jekeliuș (1932), Liteanu et al. (1962), Rădulescu et al. (1965), Bandrabur (1971), etc.

Cu eruptivul nou s-au ocupat Slăvăoacă și Avramescu (1958), Lazăr și Drăgulescu (1964), S. Peltz (1971), etc.

Din punct de vedere hidrogeologic trebuie să menționăm publicațiile din anii 1925-1929 și 1952-1955 ale lui R. Pasca și a colectivului: V. Crasu, V. Manole și E. Coceașu care au făcut o inventariere pe regiuni administrative a apelor minerale, cu descrierea sumară a captărilor, analize chimice și cîteva date hidrogeologice.

Preocupări mai recente asupra apelor minerale din acestă zonă constînd fie din cartări, fie în asistență tehnică la foraje, aparțin lui Slăvăoacă (1957)⁶, Pasca și Lungu (1962)⁷, Drăgan (1966)⁸ și Barbu (1967)⁹.

Considerații morfologice

Pe sectorul cercetat, valea Oltului este dominată la E de înălțimile munților Bodoc, iar spre W de cele ale munților Baraolt. La ambele lanțuri de munte cotele descresc de la N spre S; deci cotele mai ridicate sunt situate în zona de eruptiv (vîrfurile: Ciomatu Mare — 1301 m, Pilișea Mare —

⁶ D. Slăvăoacă. Cercetări hidrogeologice pentru prospectarea apelor minerale din zona Tușnad-Sanatoriul Toria-Malnaș. 1957. Arh. M.M.P.G. București.

⁷ M. Pasca, Gh. Lungu. Completare la memoriu justificativ privind forarea unei sonde pentru mărire surselor de CO₂ la Malnaș-Băi. 1962. Arh. M.M.P.G. București.

⁸ L. Drăgan. Studii hidrogeologice privind propunerile pentru instituirea perimetrelui de protecție hidrogeologică a zăcămintului de ape minerale de la Malnaș-Băi (1966).

⁹ I. Barbu, A. Papai anopol. Contribuții la punerea în valoare a zăcămintului de bioxid de carbon de la Malnaș-Băi. Simpozionul de ape minerale — Brașov, 1967.

1373,2 m, Murgu Mare — 1015,3 m etc.) de unde spre sud în zona flișului, acestea scad treptat pînă dispar sub formațiunile recente ale depresiunii Brașovului (în jurul cotelor 550-600 m).

Rîul Olt și-a tăiat albia sa printre aceste două șiruri de munți, urmînd traiectul unei rupturi profunde mai vechi, longitudinale Carpaților. Din dreptul cumpenelor de apă ale munților menționați — spre Olt — energia de relief scade destul de repede în partea de N și treptat în partea sudică; ambii versanți sunt ferestruitați de o serie de văi și torenți, imprimîndu-le un grad ridicat de fragmentare.

Evoluția rîului Olt, în această zonă, este pusă în evidență de terasele pe care și le-a tăiat; pe sectorul dintre Tușnad și Bodoc s-au identificat (Bandrabur, 1971) anumăr de opt nivele de terasă cu următoarele altitudini relative: 120-125 m, 90-100 m, 70-80 m, 55-60 m, 35-40 m, 18-20 m, 10-12 m, 5-10 m. Prezența întregului sistem de terase, atât în amonte cât și în aval, infirmă ipoteza mai veche, potrivit căreia valea Oltului să fi dezvoltat în etape prin captări din aval spre amonte (I. P. Voitești). La fel de inconsistentă rămîne și ipoteza prezenței unui aşa numit „baraj vulcanic” care ar fi determinat bararea Oltului și drept consecință formarea unui lac în amonte de Tușnad; la un moment dat barajul ar fi cedat, iar prin golirea lacului din bazinul Ciucului inferior să fi format aşa zisul „con de dejecție” al Oltului de la E și SE de Sf. Gheorghe. Datele de ordin morfologic și geologic obținute în ultimii ani (Bandrabur, Roman, 1969; Bandrabur, 1971) infirmă ipoteza mai înainte menționată.

Dintre terasele specificate anterior întîlnim în zona cercetată următoarele nivele: de 100 m, 40 m, 20 m, 10-12 m și 5-10 m (vezi planșa).

Terasa de 100 m a fost cartată, pe dreapta Oltului, pe o suprafață mai restrînsă la S de Murgul Mic și cu o dezvoltare mai mare la S de pîrul Gohan. Terasa de 40 m are dezvoltarea cea mai mare și a fost identificată pe ambele părți ale Oltului — la W și S de Bicsad, la S de Murgul Mic și la S de Malnaș-Băi. O extensiune remarcabilă prezintă și terasa de 20-25 m la W și S de Bicsad, la N de Micfalău, la N și S de Malnaș-Băi și la N de Malnaș-Sat. Terasa de 10-12 m s-a identificat pe o fîșie îngustă, lungă de cca 2 km, pe partea dreaptă a Oltului, la N de Malnaș-Băi, unde prezintă caractere morfologice distințe. Terasa joasă de 5—10 m poate fi urmărită numai pe stînga Oltului, din dreptul localității Malnaș-Băi și pînă la N de Malnaș-Sat.

Treapta morfologică cea mai tînără din regiune o constituie lunca Oltului, a cărei lățime variază de la cîțiva zeci de metri pînă la cca 400 m.

Geologia zonei

Zona Malnaș este alcătuită din formațiuni de natură sedimentară și eruptivă.

Formațiunile sedimentare sunt reprezentate prin depozite de vîrstă cretacică, în facies de fliș, și depozite cuaternare.

Cretacic. Flișul cretacic din zona Malnaș este constituit din stratele de Sinaia, de vîrstă neocomiană și stratele de Bistra — barremian-aptiene. Stratele de Sinaia se întâlnesc atât pe stînga cît și în special pe partea dreaptă a Oltului; stratele de Bistra se găsesc numai pe partea stîngă a Oltului.

La alcătuirea litologică a stratelor de Sinaia participă:

a) marnocalcare cenușii-deschise, dispuse în plăci, groase de 2-5 cm, uneori cu slabe impregnații de pirită;

b) gresii micacee, fine, dure, cenușii, dispuse în plăci cu grosimi ce variază între 2—70 cm;

c) marne cenușii, foioase, groase de la 1 cm la cîțiva metri; uneori marnele sunt grezoase, micacee;

d) conglomerate, alcătuite predominant din șisturi cristaline și subordonat din marnocalcare, calcaré și gresii.

Tipurile de roci menționate sunt dispuse într-o alternanță clară, cu excepția conglomeratelor care au o dezvoltare lenticulară; acestea din urmă au fost întâlnite pe valea Numărătorii, pe o grosime de cca 8 m, prezentând elemente cu un diametru de pînă la 1 m.

Alternanța de roci specificată mai înainte se caracterizează prin prezența unei rețele dese de diaclaze subțiri sau mai groase, umplute cu calcit alb, care străbate întreaga succesiune.

Stratele de Bistra — barremian-aptiene — apar pe stînga Oltului, la sud și în deosebi la nord de Micfalău și sunt constituite dintr-o alternanță de gresii calcaroase, șisturi marnoase și marnocalcare (M. Sandulescu et al., 1968).

Cuaternar. În zona de culoar dintre Malnaș și Tușnad, Cuaternarul este reprezentat prin aluviunile teraselor și luncii Oltului, precum și prin produsele de natură vulcanică.

În ceea ce privește depozitele teraselor trebuie să menționăm că în cele superioare (100 m, 80 m, și 60 m) nu am întîlnit deschideri în cadrul zonei studiate; în schimb terasele inferioare (40 m, 20 m, 10 m și 5 m) dispun de aflorimente mai numeroase și edificatoare, situate cînd pe o parte, cînd pe alta a Oltului. Grosimea relativ mare (10-20 m) a aluviunilor, precum și natura predominant andezitică a acestora, i-a determinat pe

majoritatea cercetătorilor să le considere ca făcind parte din formațiunea vulcanogen-sedimentară, atribuită de ei Pliocenului. Însă aspectul rulat al elementelor, sedimentația tipic fluviatilă, prezența uneori a pietrișurilor provenite din zona cristalino-mezozoică din amonte, precum și existența unor suprafețe nete de eroziune la contactul cu formațiunea vulcanogen-sedimentară din bază, pusă în evidență, frecvent, prin puternice concentrații de oxizi de fier și mangan, nu lasă nici o îndoială asupra originii lor fluviatile. Multe din aflorimentele depozitelor de terasă din regiune au fost descrise anterior¹⁰, încât nu mai insistăm asupra lor. Criteriile de ordin morfologic, stratigrafic și paleontologic pledează pentru încadrarea depozitelor teraselor Oltului în intervalul stratigrafic Pleistocen mediu-superior, iar aluviunile luncii revin Holocenului (B a n d r a b u r , 1971).

Eruptivul

De la localitatea Malnaș-Băi spre nord încep să apară produse de natură eruptivă alcătuind partea sudică a edificiului vulcanic Călimani-Harghita.

Este dovedit faptul că activitatea vulcanică a început prin puternice explozii, care au format aşa numitul „complex vulcanogen-sedimentar”. Acest complex acoperă nemijlocit flișul cretacic și este alcătuit din nisi-puri (fine-grosiere), elemente de pietrișuri pînă la bolovănișuri, mai mult sau mai puțin rulate (în majoritate andezitice), intercalării de pietrișuri formate din piatrăponce și uneori se întâlnesc chiar lave andezitice (1-3 m grosime; la anumite nivele s-au constatat și lentile argiloase. Grosimea complexului vulcanogen-sedimentar în sectorul nordic al culoarului Oltului variază de la cîțiva metri (în lunca Oltului) pînă la cca 300 m pe versantul sudic și vestic al lacului Sf. Ana (P r i v i g h e t o r i ț ă, 1969)¹¹.

Aspectul stratificat al piroclastitelor, prezența nivelelor de piatrăponce și a lentilelor argiloase, pledează pentru depunerea acestor produse de explozie într-un lac (S l ă v o a c ă, A v r a m e s c u, 1956).

Deschideri în complexul piroclastic întîlnim pe ambii versanți ai Oltului la N de Bicsad și în fundalul teraselor de 40 m și 20 m (la gura văii Roșii și la SW de Micfalău).

Peste complexul piroclastic se întâlnesc larve andezitice aparținând următoarelor tipuri: andezite cu amfiboli și biotit, andezite cu piroxeni

¹⁰ Op. cit. pct. 5.

¹¹ I. Privighetorită. Influența condițiilor geologice asupra variației nivelului apelor în lacul Sf. Ana. 1969. Arh. ICSE București.

și andezite bazaltoide. O serie de cariere situate pe partea dreaptă a Oltului, între Malnaș-Băi și Bicsad, exploatează aceste andezite.

Referitor la vîrsta produselor vulcanice din partea de sud a Hărghitei, Liteanu et al. (1962), luând în considerare raporturile stratigrafice dintre acestea și depozitele sedimentare cu faună de mamifere, au ajuns la concluzia că activitatea vulcanică s-a desfășurat în intervalul Levantin superior-Mindelian; Peltz (1971) nu exclude posibilitatea ca aceasta să se fi continuat chiar pînă în Pleistocenul superior.

Din punct de vedere tectonic menționăm că pe sectorul de culoar, dintre Malnaș și Micfalău, fundamentul cretacic este ridicat, fiind situat imediat sub aluviunile cuaternare ale Oltului. De la Micfalău spre N valea Oltului se largeste, în dreptul aşa numitului „bazinet al Bicsadului”. Nu excludem posibilitatea existenței a două falii transversale situate la extremitățile acestui bazinet, în dreptul căruia fundamental este coborât cu cca 100-150 m. Bazinetul Bicsad este colmatat cu produse piroclastice.

Este unanim recunoscut că aparatele vulcanice din Harghita-Călimani sunt situate pe aliniamentul unor falii longitudinale principale profunde, responsabile de punerea în loc a enormelor cantități de piroclastite și lave andezitice. Apariția izvoarelor de ape minerale în zone laterale falilor principale, demonstrează existența și a unor falii secundare, transversale pe cele principale. Stratele de Sinaia apar la zi puternic tectonizate, fără a avea însă posibilitatea trasării anumitor structuri.

Considerații hidrogeologice și hidrochimice

În zona Malnaș se pot distinge strate acvifere de adîncime și strate acvifere freatică.

Strate acvifere de adîncime. Stratele acvifere de adîncime sunt accumulate fie în depozite cretacice, fie în depozite de natură eruptivă. Depozitele cretacice sunt reprezentate la W de Olt prin stratele de Sinaia în constituția cărora intilnim, îndeosebi marnocalcare și gresii care au fost puternic tectonizate. Prezența diaclazelor cu calcit indică existența unei circulații intense a apelor de infiltratie, care se menține și în prezent, însă în măsură mai redusă. În zonele unde aceste ape au întîlnit CO₂ migrat din adîncime, prin intermediul falilor și fisurilor, ele au fost mineralizate, dînd astfel naștere apelor minerale.

Cantitatea de CO₂ nedizolvată în apele de infiltratie este folosită, în anumite puncte, în cura balneară, sub formă de mofete. În localitatea

Malnaş-Băi este amenajată o singură mofetă (30) situată în partea sudică a liniei de izvoare ce apar din terasa de 20 m ; au fost întâlnite și alte puncte cu emanații puternice de CO₂ (25,42) însă neamenajate.

În ceea ce privește originea CO₂ majoritatea cercetătorilor o pun în legătură cu activitatea neovulcanică și transformările termometamorfice a rocilor de adâncime din imediata vecinătate a corpurilor magmatice.

Informații asupra apelor minerale de adâncime cantonate în stratele de Sinaia posedăm atât din sondele săpate, cît și din izvoarele cartate în zonă.

Prima sondă — Sicilia (nr. 9) a fost săpată în 1897, la W de Malnaş-Băi, pînă la adâncimea de 300 m. Această sondă a pus în evidență prezența atât a CO₂ cît și a apei carbogazoase ; debitul de CO₂ exploatat înainte de 1940 era de 500 kg/24 ore, iar după 1940, producția a scăzut la maximum 200 kg/24 ore.

Din punct de vedere chimic, apa este bicarbonatată, clorurată, iodurată, bromurată, sodică, feruginoasă, carbogazoasă, cu concentrație mare (tabel 3, proba 28).

În 1954, I.B.F. execută alte două foraje (801 — nr. 1 și 802 — nr. 2), primul amplasat la N de izvorul Maria, cca 350 m și al doilea la S de gară, cu adâncimi pînă la 300 m. Rezultatele inițiale nu au fost atât de îmbucurătoare, datorită modului necorespunzător de execuție ; după încercări și echipări ulterioare forajele au fost puse în producție, însă cu debite de CO₂ și apă carbogazoasă relativ mici.

Pentru mărirea debitului de CO₂, ICSPC execută în 1963 un foraj de 300 m adâncime în apropierea sondei Sicilia obținîndu-se un debit mediu de 900 kg/24 ore.

În afara de sondele menționate prezența apelor minerale în depozitele cretacice mai este pusă în evidență în zona Malnaş-Ozunca printr-o serie de izvoare ale căror caracteristici le prezentăm în tabelul 1.

Parte din izvoarele specificate în tabelul 1 își fac apariția, de obicei, fie din depozite deluviale, fie din aluviuni, însă întotdeauna subțiri și ele nu fac decît să mascheze roca de bază, în cazul de față, stratele de Sinaia, din care apar aceste izvoare.

În regiune se mai cunosc și alte izvoare de ape minerale din depozitele cretacice, cum ar fi cele de pe afluentul de stînga al pîrîului Numărătorii, unde se constată bogate depuneri de hidroxizi de fier, însotite de emanații de CO₂, însă fiind necaptate, sunt invadate cu apă dulce.

De asemenea în stațiunea Ozunca-Băi, în jurul izvorului notat pe hartă cu nr. 15 și în special spre E se găsesc încă șapte izvoare neamenaja-

TABELUL 1

Izoarele de ape minereale din depozitele cretace (Zona Mălnăș–Orzunca)

Nr. crt.	Nr. pe hartă	Amplosamentul izvorului	Felul captării	Debit 1/s	Caractere organoleptice	Emanatii de CO ₂ liber	Depunerile hidrochimică	Nr. analizei chimice
1	2	P. Mestecăniș la 2 km amonte V. Zălanului	Scorbură de copac	0,001	Gust acidulat, miros slab de H ₂ S	Da	Bic., alc., calc., magn., slab sulf, carbog., conc. mică*	—
2	3	P. Mestecăniș, 750 m amonte de Nr 2	Necaptat	0,02	Gust acidulat, fără miros	—	—	1
3	4	P. Intunecos la confluentă cu P. Giștei	Amenajat cu leșpezi de piatră	0,1	Gust acidulat, miros de H ₂ S	Da	Bic., calc., fer., slab sulf, carbog., conc. mică.	—
4	5	Mănaș Sat, WNW, cca 1,2 km, mal dr. Olt	Necaptat	0,001	Gust slab acidulat, miros de H ₂ S	Da	Bic., calc., magn., carbog., slab sulf., conc. mică	2
5	6	P. Numărătorii, cca 250 m de confl. cu Oltul	Necaptat	0,03	Gust acidulat, fără miros	—	Bic., alc., calc., magn., carbog., conc. mică	3
6	7	P. Numărătorii, cca 1,1 km amonte de Nr. 6	Captat în tub de beton	0,03	Gust acidulat, miros de H ₂ S	Da	Bic., alc., calc., fer., slab sulf., carbog., conc. mică	4
7	8	Mănaș-Bâi W cca 800 m (Izvor Maria)	Captat într-un put, adinc de 14 m, cu diam. de 0,3 m	0,21	Gust, acidulat, fără miros	Da	Bic., clor., sod., carbog., izotonă, conc. mare	27
8	10	Deal Lugeț, versant sudic, N. foraj 801 (Nr. 1)	Necaptat	0,001	„	—	—	—
9	11	Confl. P. Gohan – Olt, NW, cca 150 m	Necaptat	0,01	„	Da	Bic., calc., magn., carbog., conc. mică	6
10	12	P. Gohan, 100 m amont de confl. cu P. Pietrei	Tanbrat	0,01	„	Da	Bic., calc., magn., clor., carbog., conc. mică	7
11	13	Affluent stg. P. Gohan, canton soseia Micfalău Baraolt	Scorbură de copac	2,0	„	Da	Bic., alc., calc., magn., carbog., conc. mică	8
12	14	Sosea Micfalău – Baraolt, cca 500 m W canton	Amenajat cu leșpezi de piatră	0,03	„	Da	Bic., calc., magn., fer., carbog., conc. mică	9
13	15	Stațiunea Ozunca	Captat	0,5	„	Da	Bic., calc., magn., carbog., conc. mică	10
14	16	Mal sting P. Ozunca, N. stațiune	Necaptat	?	„	—	—	11
15	17	Mal drept P. Ozunca, cca 750 m amonte Nr. 16	Necaptat	?	„	Da	—	—
16	18	P. Ozunca, 200 m aval I.V. Nr. 16	Necaptat	0,02	„	Da	—	—
	19	flu. stînga P. Pastrav	Necaptat	0,001	„	—	Bic., alc., calc., magn., carbog., conc. mică	12
	20	... râstrăv, curs sup.	Captat	0,03	„	Da	—	—
19	21	P. Lung, curs sup.	Necaptat	?	„	Da	Bic., alc., calc., magn., carbog., conc. mică	13
20	22	P. Lung, 250 m aval de izv. Nr. 21	Necaptat	?	„	Da	—	—

* Bic. = bicarbonată; alc. = alcalină; calc. = calcică; magn. = magneziană; sulf. = sulfuroasă; carbog. = carbonată; conc. = concentrație



jate, unele fiind utilizate de către baia caldă, altele de către baia rece, iar altele sunt nefolosite. Toate acestea prezintă emanații puternice de CO₂.

În zona de dezvoltare a depozitelor eruptive, stratele acvifere de adâncime sunt localizate în lave vulcanice și în complexul piroclastic.

În lavele vulcanice, apele subterane circulă prin fisuri, dispuse de o parte și de alta a celor două fali principale longitudinale amintite în capitolul de geologie.

În sectorul carierei de andezite Malnaș se cunosc trei izvoare.

În valea care străbate cariera specificată mai înainte se întâlnește un izvor de apă minerală (nr. 23) captat în tub de beton, având un debit de cca 0,05 l/s. Apa are gust acidulat, fără miros, cu depuneri feruginoase. Din punct de vedere chimic, apa este bicarbonatată, alcalină, calcică, magneziană, clorurată, sodică, carbogazoasă, cu concentrație mare (proba 14).

Pe aceeași vale, către obîrșia ei, s-a făcut un foraj (24) în prezent înfundat, din care se exploata în trecut apă bicarbonatată, calcică, magneziană-clorurată, sodică, carbogazoasă.

Lângă cca 100 m spre sud de forajul menționat se găsește o mofetă (nr. 25) situată într-o mică escavație, pe platoul andezitic Lujet.

Un alt izvor (nr. 26) întâlnim pe un torrent affluent al pîrîului Gohan, la E de confluența cu pîrîul Pietrii. Izvorul este captat într-o scorbură de copac, cu un debit de 0,01 l/s, prezintă emanații slabe de CO₂ și depuneri de hidroxizi de fier. Chimic, apa se încadrează în tipul bicarbonatat, alcalin, calcic, magnezian, carbogazoasă, cu concentrație mică (proba 15).

În cariera de andezite de la W de confluența Văii Roșii cu Oltul apare un izvor carbogazoas (nr. 27) captat în tub de beton cu debit de cca 0,02 l/s. Apa are gust acidulat, fără miros, cu depuneri feruginoase.

În sfîrșit un ultim izvor (nr. 28) din andezite este situat aproximativ în zona de contact dintre andezite și strate de Sinaia, captat în tub de beton ; acest izvor are un debit de 0,01 l/s, prezintă emanații de CO₂ liber, iar din punct de vedere chimic apa este bicarbonatată, alcalină, calcică, carbogazoasă, cu concentrație mică (proba 16).

Date cu privire la stratele acvifere din complexul piroclastic sunt puține în zona de care ne ocupăm și ne sunt oferite de un foraj executat pe lunca Oltului, la cca 500 m N de confluența : Valea Roșie-Olt, vis-à-vis de cariera Bicsad I. Acest foraj (nr. 40), după ce a traversat aluviunile grosiere ale Oltului (5–6 m) a intrat în nisipuri piroclastice, cenușii, cu elemente de andezite alterate, de vîrstă pleistocen-inferioară. Talpa forajului s-ar afla la adâncimea de cca 30 m ; în jurul acestei adâncimi se află

un strat acvifer, care se manifestă liber, debitind intermitent cca 0,250 l/s, o apă carbogazoasă, feruginoasă.

În privința alimentării stratelor acvifere de adâncime, atât a celor din stratele de Sinaia, cît și a celor din complexul piroclastic, aceasta se realizează pe seama precipitațiilor atmosferice și din apele de suprafață. Nu este exclus ca apele subterane din pirolastite să primească un aport ascensional din stratele de Sinaia.

Strate acvifere freatice. Colectorul stratelor acvifere freatice îl constituie aluviunile grosiere ale teraselor și luncii Oltului și într-o măsură mai mică depozitele deluviale de pantă. Caracterul permeabil al aluviunilor, alcătuite din nisipuri și pietrișuri, permite o circulație activă apelor freatice.

Au fost puse în evidență ape freatice mineralizate în anumite zone din cadrul teraselor de 20 m, 10-12 m și în lunca Oltului; ivirile din terasa de 20 m, formează o linie continuă de izvoare urmând îndeaproape fruntea terasei respective.

În tabelul 2 prezentăm izvoarele minerale mai importante din stratul acvifer freatic acumulat în terase cu caracterele lor organoleptice și hidrochimice.

În afara punctelor de apă minerală specificate în tabel, mai menționăm baia caldă din stațiune, care se alimentează dintr-un bazin de ciment cu o suprafață de cca 30 m², în care sînt captate izvoare cu emanații intense de CO₂. De asemenea, în imediata apropiere a drenurilor izvorului 33, spre N se găsește strandul — mofeta (33) al băilor Malnaș. În trecut, strandul era alimentat cu apă minerală dintr-o serie de izvoare situate în special pe latura sa de W. După lucrările de amenajare, constînd din betonarea pereților strandului, s-a ajuns la pierderea atît a izvoarelor minerale care-l alimentau cît și a unei importante cantități de CO₂. Prin încercările ulterioare de recaptare a izvoarelor și a CO₂, s-au obținut rezultate numai parțiale. În prezent, ca și în trecut, izvoarele de apă minerală și emanațiile de CO₂, apar în spatele cabinelor strandului.

Trebuie să subliniem faptul că stratul acvifer freatic din terasa de 20 m de la Malnaș-Băi conține o apă minerală cu calități curative deosebite, disponînd de o capacitate de debitare mai mare, însă din lipsa lucrărilor de întreținere atît a captărilor propriu zise, cît și a țevilor de aducție de la captare pînă la buvete, debitul a scăzut simțitor, iar apa minerală se diluează cu ape superficiale.

Depozitele aluvionare ale luncii Oltului cantonează un strat acvifer freatic important, datorită grosimii, extensiunii și debitului mai bogat, în comparație cu a celorlalte strate acvifere. În unele zone în care ascen-

TABELUL 2

Izoarele de ape minerale din alununile teraselor și luncii Oltului (zona Malnaș)

Nr. crt.	Nr. pe hartă	Amplasamentul izvorului	Felul captării	Debit l/s	Caractere organoleptice	Emanări de CO ₂ liber	Depunerile hidrochimice	Nr. analizei chimice	
1	29	Malnaș Băi, S (terasa 20 m)		0,01	Gust acidulat, miros H ₂ S	Da	Bic., alc., calc., magn., fer., carbog., slab sulf., conc. mică*	17	
2	31	Malnaș Băi-izv. Central (terasa 20 m)	Captat în tub de beton	0,1	, ,	—	Da	Bic., alc., calc., clor., sod., bron., slab sulf., carbog., conc. mică	18
3	32	Malnaș Băi-izv. Victoria (terasa 20 m)	Captat în tub de beton	0,03		Da	Bic., alc., calc., fer., slab sulf., carbog., conc. mică	19	
4	33	Malnaș Băi N-izv. Victoria (terasa 20 m)	Captat în tub de beton	0,8	Gust acidulat, fără miros	—	Bic., alc., calc., magn., fer., carbog., conc. mică	20	
5	34	Malnaș Băi-izv. Mioara (terasa 20 m)	Captat, prin drenuri	0,1	Gust acidulat, miros H ₂ S	—	Bic., alc., calc., magn., slab clor., sod., carbog., slab sulf., conc. mică	21	
6	35	Malnaș Băi-izvor C.F.R. (terasa 10—12 m)	Captat	0,1	Gust acidulat, fără miros	—	Bic., alc., calc., magn., slab clor., sod., carbog., conc. mică	22	
7	36	Malnaș Băi-Piriu Micul Samoș (terasa 20 m)	Captat în puț	?	, ,	—	—	—	23
8	37	Malnaș Băi-Vila Ghizela (terasa 10—12 m)	Captat în puț	?		—	—	—	24
9	38	Micofalău W (terasa 20 m)	Captat în beton	0,8	Gust acidulat, miros H ₂ S	Da	Bic., alc., calc., magn., clor., sod., slab sulf., carbog., conc. mică	25	

* Bic. = bicarbonatată; alc. = alcalină; calc. = calcică; magn. = magneziiană; sulf = sulfuroasă; carbog. = carbogazoasă; sod. = sodică; clor. = clorură; fer. = feruginoasă; conc. = concentrație



siunea CO_2 este asigurată prin accidentele tectonice cunoscute, sau fisuri, stratul acvifer este mineralizat. Asemenea zone sunt de obicei mlăştinoase, cu depuneri de hidroxizi de fier și cu emanații de CO_2 .

Alimentarea stratelor acvifere freatice din terase și luncă se efectuează din precipitațiile atmosferice, apele superficiale și din infiltrările ascensionale ale apelor de adâncime din stratele de Sinaia și complexul piroclastic. Pentru stratul acvifer din lunca Oltului, o altă sursă de alimentare o constituie și drenajul efectuat de acesta asupra apelor freatice din terase.

În ceea ce privește stratul acvifer freatic acumulat în depozitele deluviale, acesta are o importanță minoră din punct de vedere al mineralizației și nu mai insistă asupra lui.

Compoziția chimică a apelor minerale din zona Malnaș-Ozunca este redată în tabelul 3. Din acest tabel putem constata că apele cu mineralizația cea mai mare, de regulă, sunt cele de adâncime cantonate în stratele de Sinaia. Cu cât adâncimea de la care au fost captate aceste ape este mai mare cu atât mineralizația și cantitatea de CO_2 sunt mai ridicate. De exemplu apele din sonda Siculia (proba 28) au o mineralizație de 24,066 gr/kg și 2,436 gr/kg de CO_2 liber; izvorul Maria (proba 27) fiind captat la 14 m adâncime are mineralizația de 9,061 gr/kg și 2,075 gr/kg de CO_2 liber. Cât despre celelalte izvoare din stratele de Sinaia a căror captare este situată mai aproape de suprafața solului, atât mineralizația cât și cantitatea de CO_2 sunt mai mici, datorită unui amestec cu apele dulci.

Apele minerale din stratele acvifere freatice au, în general, mineralizații scăzute între 1 și 3 gr/kg și conținutul în CO_2 , în jur de 1 gr/kg. Sunt și cazuri când aceste valori sunt depășite, de exemplu izvoarele Central, Mioara, Victoria etc. au mineralizații de peste 5 gr/kg, însă acestea sunt puternic influențate de stratul acvifer de adâncime.

Din punct de vedere chimic apele minerale din zona Malnaș-Ozunca pot fi separate în trei categorii, după cum urmează :

- Ape carbogazoase, bicarbonatate, calcice și magneziene;
- Ape carbogazoase, bicarbonatate, calcice, magneziene, slab sulfuroase;
- Ape carbogazoase, bicarbonatate, calcice, magneziene, cloro-sodice.

Distribuția acestor tipuri de ape reiese din harta alăturată ; se poate constata că apele slab sulfuroase și cloro-sodice apar din depozitele de fliș cretacice, sau din aluviunile teraselor care repauzează pe cele de fliș.



TABELUL 3
Analizele chimice ale apelor minerale din zona Malnaș-Ozunca

Nr. pe hartă	Localitatea	Mineral. totală g/kg	ANIONI						CATIONI						H ₂ S	
			CO ₂ liber g/kg	Cl	Br	SO ₄	NO ₃	NO ₂	CO ₃ H	Na	K	Ca	Mg	Fe		
1	2''	P. Mestecăniș la 2 km amonte V. Zălanului	4,1389	0,6723	0,0621	—	0,0099	—	0,0001	2,4953	0,2732	0,0156	0,4389	0,1053	—	0,0009
2	4	P. Întunecos la confluența cu pârâul Giștiș	3,2228	0,8723	0,0160	—	0,1971	—	0,0009	1,4642	0,0216	0,1695	0,3740	0,0430	0,0307	urme
3	5	Malnaș Sat, WNW cca 1,2 km	2,2829	0,4400	0,0105	—	0,0700	—	—	1,2934	0,0056	0,0050	0,3828	0,0422	urme	0,0004
4	6	Malnaș Băi, pîrful Numărătorii	1,8672	0,6560	0,0284	—	0,0082	—	—	0,8053	0,0810	0,0110	0,1563	0,0302	0,0020	0,0002
5	7	W. Malnaș Băi, pîrful Numărătorii	4,3548	1,6354	0,1347	—	0,0107	urme	—	1,7388	0,4492	0,0353	0,1895	0,0105	0,0489	0,0005
6	11	W. Micfalău, P. Gohan	2,3248	1,6784	0,0301	—	0,0305	—	—	0,3783	0,0271	0,0136	0,0962	0,0154	0,0023	0,0003
7	12	W. Micfalău, P. Gohan	3,5521	1,0795	0,1879	urme	—	0,0080	urme	1,6043	0,1201	0,0056	0,4048	0,0748	0,0001	0,0002
8	13	W. Micfalău, P. Gohan	4,3457	1,3984	0,1489	urme	—	—	—	1,9337	0,4357	0,0216	0,2725	0,0338	0,0002	0,0004
9	14	W. Micfalău, P. Gohan	4,3645	1,6972	0,0106	0,0014	0,0086	—	urme	1,9340	0,0173	0,0216	0,4635	0,0925	0,0042	urme
10	15	Ozunca Băi	2,0660	1,4711	0,0106	urme	—	—	—	0,3782	0,0156	0,0160	0,0581	0,0301	0,0002	0,0007
11	16	Ozunca Băi N	2,0608	4,2889	0,0212	—	urme	—	—	0,4941	0,226	0,0275	0,0761	0,0386	0,0003	0,0008
12	18	Ozunca Băi NW	3,3913	0,4620	0,1205	urme	—	—	0,0056	1,9916	0,3288	0,0392	0,3346	0,0507	urme	—
13	20	Ozunca Băi NW p. Păstrăvului	3,7637	0,9845	0,0071	—	—	—	—	2,0740	0,0538	0,0224	0,4889	0,0832	0,0009	0,0004
14	23	Malnaș Băi	3,5835	1,3245	0,1684	—	0,0185	—	0,0003	1,4838	0,3508	0,0312	0,1804	0,0362	0,0028	0,0007
15	26	Micfalău E, W p. Pietrii	3,0188	1,7335	0,0390	—	—	—	—	0,8602	0,0661	0,0030	0,1573	0,0525	0,0003	0,0020
16	28	Murgu-Mare S	0,9874	0,6410	0,0106	—	urme	—	0,2013	0,0351	0,0025	0,0341	0,0036	0,0003	0,0001	—
17	29	Malnaș Băi S	2,8125	1,0562	0,1135	—	0,0165	—	0,0002	1,0677	0,2345	0,0184	0,1558	0,0265	0,0112	0,0007
18	31	Malnaș Băi, izv. Central	5,8101	1,4247	0,4078	0,0015	0,0152	—	0,0011	2,6112	0,9075	0,0421	0,2390	0,0265	0,0005	—
19	32	Malnaș Băi, izv. Victoria	5,0698	2,0893	0,2340	0,0018	0,0416	urme	—	1,6168	0,3069	0,3814	0,1715	0,0235	0,0112	urme
20	33	Malnaș Băi	1,6306	0,5422	0,0691	—	0,0123	—	—	0,7382	0,0779	0,0337	0,1553	0,0244	0,0084	urme
21	34	Malnaș Băi, izv. Miocara	6,6627	0,7392	0,5532	urme	0,0198	—	0,0002	3,4532	1,3134	0,0200	0,2395	0,0368	0,0006	—
22	35	Malnaș Băi	1,8600	0,8140	0,0851	—	0,0230	—	—	0,6040	0,1170	0,0252	0,0917	0,0299	0,0003	—
23	36	Malnaș Băi, izv. C.F.R.	1,5791	0,7568	0,0284	—	0,1416	urme	—	0,4210	0,0092	0,0220	0,1663	0,0163	0,0006	—
24	37	Malnaș Băi, vila Gizeja	1,4327	0,3828	0,6338	—	0,0514	0,0040	—	0,6345	0,0495	0,0168	0,1834	0,0187	0,0018	—
25	38	Micfalău, W	5,2494	2,8104	0,2872	—	0,0251	—	—	1,3300	0,4414	0,0453	0,1418	0,0362	0,0005	—
26	39	Malnaș Băi, W	0,5096	0,1012	0,0035	—	0,0535	—	—	0,2318	0,0006	—	0,0800	0,0121	urme	—
27	8	Malnaș Băi, izv. Maria	9,061	2,075	0,963	0,0019	0,003	0,004	—	5,429	2,358	0,081	0,180	0,026	0,007	—
28	9	Malnaș Băi, Sonda Siculia	24,066	2,436	4,650	0,012	0,005	—	—	11,938	6,983	0,125	0,0228	0,095	0,022	—

Pe baza datelor de care dispunem încercăm, în continuare, să facem unele considerații cu privire la proveniența elementelor din compoziția chimică a apelor minerale din zona Malnaș și a gazelor care le însoțesc.

Hidrogenul sulfurat dozat în apele minerale care apar din flișul cretacic îl punem în legătură cu alterarea prin hidratare a impregnațiilor de pirită din marnele și marnocalcarele acestuia.

Clorul este în dependență directă, în ceea ce privește concentrația, cu cationii Na și K. El apare în concentrație mare în zona stratelor de Sinaia, pe seama cărora trebuie pusă proveniența. Apele de infiltratie ce spală intercalăriile marnoase din stratele de Sinaia, dizolvă eflorescențele saline din aceste marne, primind astfel un caracter clorosodic. Caracterul clorosodic al unor ape minerale ce apar din depozitele aluvionare se explică printr-un aport substanțial de ape din depozite cretacice.

Bromul apare în concentrație de 0,0012–0,0019 gr/kg în apa a patru izvoare din regiune (probele : 9, 19, 27, 28), iar în altele, numai urme. Bromul este considerat ca un element caracteristic pentru apele de zăcămînt. Prezența sa în izvoarele menționate ne duce la concluzia că în zona respectivă apele minerale au un aport de soluții venite de la mari adâncimi. În acest sens subliniem că majoritatea izvoarelor cu conținut de brom sunt situate pe aliniamentul celor două falii, detectate în regiune pe criterii hidrogeologice, care au asigurat ascensiunea spre suprafață a soluțiilor de care vorbeam mai înainte.

Ionul azotos din unele ape minerale din regiune trebuie pus pe seama infectării izvoarelor respective cu ape de infiltratie bogate în resturi organice.

Sodiul și potasiul provin fie din eflorescențele saline de pe marnele cretacice, care generează și ionul clor, cu care apar asociații, fie, în zonele de eruptiv, din alterarea silicătilor sodo-potasici ce intră în alcătuirea rocilor respective.

Calciul se găsește în cantități destul de însemnante în apele din zona stratelor de Sinaia, luând naștere prin dizolvarea rocilor carbonatați de către aceste ape.

Magneziul are aceeași proveniență ca și calciul.

Fierul își are originea în procesele de alterare a elementelor femice (biotit, amfiboli, piroxeni, olivin). Conținutul în fier este mai ridicat în apele care spală depozitele eruptive și cu mult mai sărac în cele din sedimentele cretacice.



Siliciul este dozat sub formă de acid metasilicic ; el ia naștere prin dezagregarea silicațiilor, proces în care formarea simultană a carbonatului alcalin îi înlesnește dizolvarea. Forma silicei în apa minerală este coloidală.

Concluzii

Cartările de suprafață efectuate în zona Malnaș-Ozunca, coroborate cu datele cunoscute din foraje au condus autorii la descifrarea condițiilor geologice și hidrogeologice care au facilitat apariția zăcământului hidromineral din zona amintită.

Sistemul principal de falii, longitudinale Carpaților, precum și gradul avansat de tectonizare al depozitelor cretacice inferioare au asigurat ascensiunea bioxidului de carbon din profunzime (de origine postvulcanică), care, spre suprafață, dizolvat în apele de infiltratie, a conferit acestora caracterul de ape minerale.

În afară de stratele de Sinaia, apele minerale din zona Malnaș mai sunt cantonate în depozitele eruptive, în complexul piroclastic și în aluvioniile teraselor și luncii Oltului.

Alimentarea stratelor acvifere de adîncime (din strate de Sinaia, eruptiv și complex piroclastic) cît și a celor freatic (din terase și luncă) se realizează din precipitațiile atmosferice și apele superficiale.

După compoziția chimică, apele minerale din zona Malnaș-Ozunca se încadrează în următoarele tipuri : ape carbogazoase bicarbonatare, ape carbogazoase bicarbonate slab sulfuroase și ape carbogazoase bicarbonatare cloro-sodice ; ultimele două tipuri hidrochimice se întâlnesc în zona de dezvoltare a stratelor de Sinaia. Tipul de apă cloro-sodic a fost identificat, în unele puncte, și în stiatul acvifer freatic din terase, însă acesta este influențat puternic de infiltratiile ascensionale din stratul acvifer de adîncime din Cretacic.

Majoritatea elementelor prezente în compoziția chimică a apelor minerale, din zona Malnaș provin din dizolvarea diferitelor minerale ce se găsesc în rocile spălate de aceste ape ; excepție face bromul, detectat într-un procent relativ ridicat în cîteva puncte, pe care l-am pus în legătură cu un aport de la mari adîncimi.

În zona Malnaș-Ozunca se întâlnesc ape minerale cu calități terapeutice deosebite în cura balneară, însă modul de întreținere necorespunzător al captărilor și aducțiunilor unora dintre izvoare din cele două stațiuni afectează în mod serios atât calitatea cît și debitul acestor ape minerale.

BIBLIOGRAFIE

- Bandrabur T., Roman Stefan (1969) Contributions concernant la connaissance du Quaternaire de la depression intracarpatische du Ciuc (Roumanie) VIII ème INQUA Congrès-Paris.
- (1971) Guidebook for excursion INQUA. Third Day. Itinerary : Brașov-Coșeni-Sf. Gheorghe, Malnaș Băi-Bicsad-Tușnad-Brașov. *Soc. Rep. of Romania Geological Inst. Guidebook for Excursion* No 7, București.
- Băncilă I. (1958) Geologia Carpaților Orientali. Edit. Științ., București.
- Filipescu M. (1955) Vederi noi asupra tectonicii flișului Carpaților Orientali. *Rev. Univ. C.I. Parhon și a Polit. Buc.* 6–7, București.
- Jekelius E. (1932) Die Molluskenfauna der dazischen Stufe des Beckens von Brașov. *Mem. Inst. Geol. Rom.* II, București.
- Lazăr A., Arghir Adela (1964) Studiul geologic și petrografic al eruptivului neogen din partea de sud a munților Harghita. *D.S. Com. Geol. L/II*, București.
- Liteanu E., Mihailă N., Bandrabur T. (1962) Contribuții la studiul stratigrafiei Cuaternarului din bazinul mijlociu al Oltului (Bazinul Baraolt). *Acad. R.P.R. Studii și cercetări de geologie* VII, 3–4, București.
- Patrulius D., Gherasi N., Sandulescu M., Popescu Illeana, Popa Elena, Bandrabur T. (1967). Harta geologică a R.S.R. scara 1 : 200 000 foaia Brașov + text explicativ. Inst. Geol., București.
- Peltz S. (1971) Contribuții la cunoașterea formațiunii vulcanogen-sedimentare pleistocene din sudul munților Harghita și nord-estul bazinului Baraolt. *D.S. Inst. Geol. LVII/5*, București.
- Rădulescu C., Samson P., Mihailă N., Kovacs A. (1965) Contributions à la connaissance des faunes de Mammifères pléistocènes de la Dépression de Brașov. *Eiszeitaller u. Gegenwart*, 16, Öhringen-Würt.
- Sandulescu M., Vasilescu A., Popescu A., Mureșan M., Drăgulescu Adela, Bandrabur T. (1968) Harta geologică a R.S.R., scara 1 : 200.000 foaia Odorhei + text explicativ. Inst. Geol., București.
- Slăvoacă D., Avramescu C. (1958) Observații geologice, litologice și hidrogeologice în masivul Sf. Ana (Munții Bodocului). *Acad. R.P.R.—Comunicări* VI, 3, București.

EAUX MINÉRALES DE LA ZONE DE MALNAŞ-OZUNCA (DISTRICT COVASNA)

(Résumé)

Les recherches de surface effectuées dans la zone de Malnaş-Ozunca, corroborées aux données obtenues des forages, ont conduit les auteurs du présent ouvrage à déchiffrer les conditions géologiques et hydrogéologiques, conditions qui ont facilitées l'apparition du gisement hydrominéral de la zone en question.

Le système principal de failles, longitudinales le long des Carpates, ainsi que le degré avancé de tectonisation des dépôts crétacés inférieurs ont permis l'ascension du bioxyde de carbon de profondeur (d'origine postvolcanique) vers la surface, où, dissous dans les eaux d'infiltration, confère à celles-ci le caractère d'eaux minérales.



Les auteurs ont identifié dans cette région des eaux de profondeur accumulées dans les couches de Sinaia (circulant par des fissures et des surfaces de couche), dans les laves andésitiques (circulant par des fissures) et dans le complexe pyroclastique, ainsi que des eaux phréatiques accumulées dans les alluvions des terrasses (de 20 et de 10-12 m) et dans la basse plaine de l'Olt.

Les eaux minérales des couches aquifères de profondeur ont été mises en évidence par une série de sources (les unes captées, les autres non captées) situées dans l'aire de développement des couches de Sinaia et des dépôts éruptifs du voisinage de Malnaş-Băi, Mieșfalău et Ozunca-Băi ; les eaux de profondeur du complexe pyroclastique nous sont connues par un forage exécuté dans la basse plaine de l'Olt, au N de la confluence Valea Roșie-Olt, ayant un caractère artésien et intermittent.

Les eaux minérales des couches aquifères phréatiques apparaissent sous la forme d'une ligne de sources, presque continue, suivant le front des terrasses, de 20 et de 10-12 m, de la rive droite de l'Olt.

L'alimentation des couches aquifères de profondeur ainsi bien que celle des couches phréatiques se réalise des précipitations atmosphériques et des eaux superficielles.

Le débit mesuré des sources qui apparaissent des couches aquifères de profondeur indique des valeurs entre 0,001—2 l/sec. tandis que celui des sources de la couche aquifère phréatique enregistre des valeurs de 0,01—0,8 l/sec.

La minéralisation des eaux de profondeur, spécialement celle des eaux des dépôts crétacés varient entre 2 gr à plus de 24 gr/kg, tandis que le contenu du dioxyde de carbone libre est de 0,5—2,4 gr/kg. On a établi que plus le point de captage de la source se trouve à une profondeur plus grande, plus la minéralisation et le dioxyde de carbone ont des valeurs plus élevées ; dans les captages effectués tout près de la surface du sol, les eaux de profondeur ont des minéralisations et un contenu de dioxyde de carbone libre en proportions réduites, en général entre 0,5—1,2 gr/kg. Les mêmes valeurs caractérisent les eaux minérales des couches aquifères phréatiques , à l'exception de quelques points où celles-ci sont fortement influencées par l'apport ascensionnel des couches de profondeur, leur minéralisation dépassant 5—6 gr/kg, tandis que la quantité de CO₂, plus de 1,5 gr/kg.

Vu la composition chimique, les eaux minérales de la zone de Malnaş-Ozunca s'encaadrent dans les types suivants :

- eaux carbogaseuses, bicarbonatées, calciques, magnésiennes ;
- eaux carbogaseuses, calciques, magnésiennes, faiblement sulfureuses ;
- eaux carbogaseuses, bicarbonatées, calciques, magnésiennes, chloro-sodiques.

Les derniers deux types hydrochimiques se rencontrent dans la zone de développement des couches de Sinaia. Le type d'eau chloro-sodique a été identifié, dans certains points, même dans la couche aquifère phréatique des terrasses, mais celle-ci reçoit des infiltrations ascensionnelles de la couche aquifère de profondeur du Crétacé.

La majorités des éléments présents dans la composition chimique des eaux minérales de la zone de Malnaş-Ozunca proviennent de la dissolution de différents minéraux qui se trouvent dans les roches lavées par ces eaux ; en ce qui concerne le brome, identifié dans un pourcentage relativement élevé en quelque points nous l'avons mis en liaison avec un apport de solutions de grandes profondeurs.

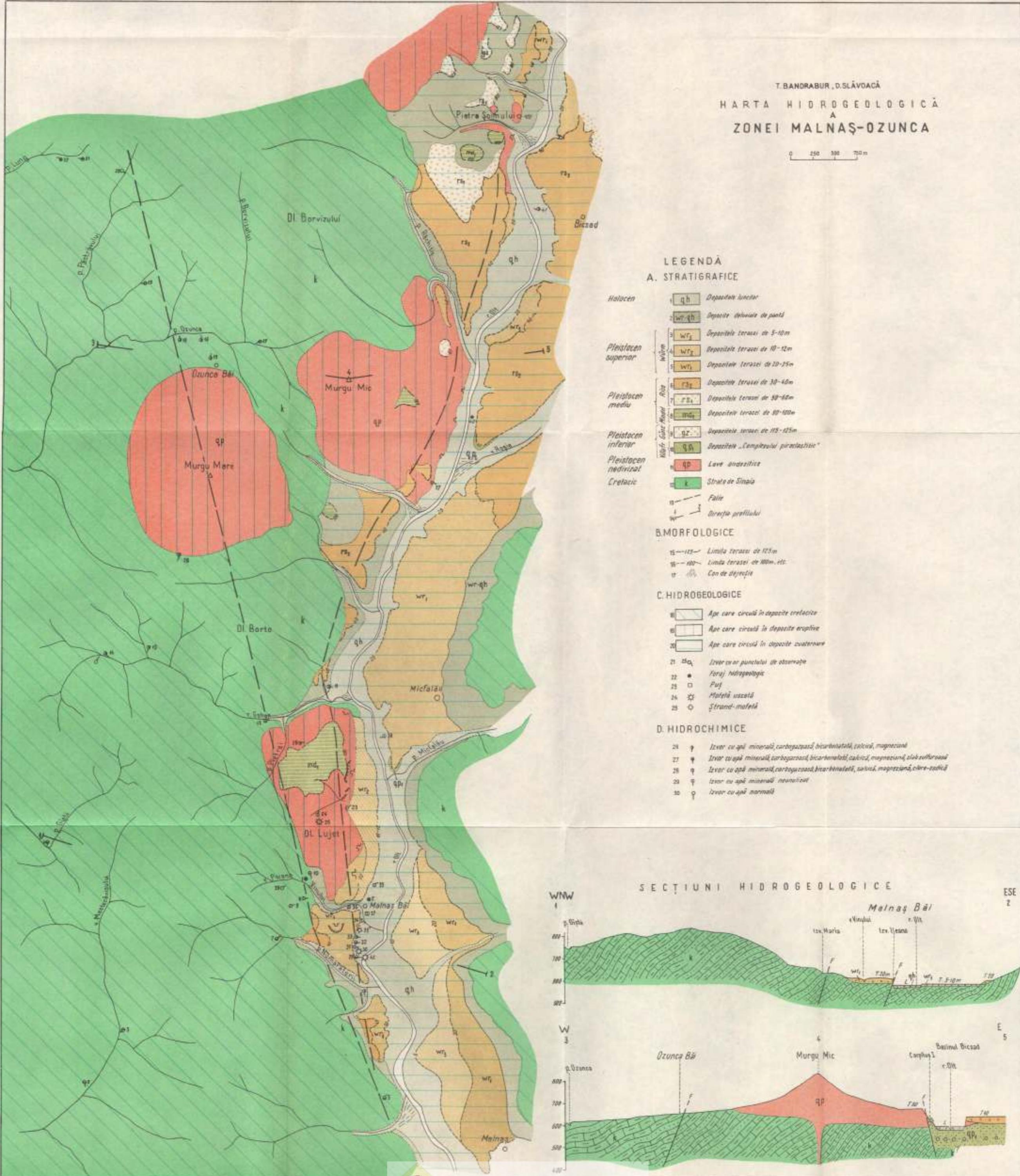
Dans la zone de Malnaş-Ozunca on a rencontré des eaux à qualités thérapeutiques particulières dans la cure balnéaire, mais le mode d'entretien non adéquat des captations et des adductions de certaines sources de ces deux stations affecte sérieusement tant la qualité que le débit de ces eaux minérales.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Carte hydrogéologique de la zone de Malnaş-Ozunca.

A. Stratigraphique. Holocène ; 1, dépôts des basses plaines 2, dépôts déluviaux de versant ; Pléistocène supérieur — Würn ; 3, dépôts de la terrasse de 5—10 m ; 4, dépôts de la terrasse de 10—12 m ; 5, dépôts de la terrasse de 20—25 m ; Pléistocène moyen — Riss ; 6, dépôts de la terrasse de 30—40 m ; 7, dépôts de la terrasse de 50—60 m ; Pléistocène moyen — Mindel ; 8, dépôts de la terrasse de 90—100 m ; Pléistocène inférieur — Villafranchien ; 10, dépôts du „Complexe pyroclastique” ; Pléistocène non divisé ; 11, laves andésitiques ; Crétacé ; 12, couches de Sinaia ; 13, faille ; 14, direction du profil. B. Morphologique. 15, limite de la terrasse de 125 m ; 16, limite de la terrasse de 100 m, etc. ; 17, cône de déjection. C. Hydrogéologique. 18, eaux qui circulent dans des dépôts crétacés ; 19, eaux qui circulent dans des dépôts éruptifs ; 20, eaux qui circulent dans des dépôts quaternaires ; 21, source ayant le numéro du point d'observation ; 22, forage hydrogéologique ; 23, puits ; 24, mofette sèche ; 25, piscine à mofette. D. Hydrochimique. 26, source à eau minérale, carbogaseuse, bicarbonatée, calcique, magnésienne ; 27, source à eau minérale, carbogaseuse, bicarbonatée, calcique, magnésienne, faiblement sulfureuse ; 28, source à eau minérale, carbogaseuse, bicarbonatée, calcique, magnésienne, chloro-sodique ; 29, source à eau minérale non analysée ; 30, source à eau normale.





NOI SURSE DE APE TERMOMINERALE ÎN ZONA STAȚIUNII BĂILE HERCULANE¹

DE

GHEORGHE VASILESCU², EMIL LITEANU

Abstract

New Sources of Thermomineral Waters in the Băile Herculane Spa Zone. The hydrogeological researches through drillings, carried out in the Băile Herculane spa zone during the 1968–1970 period, led to the pointing out of three new deposits of thermomineral waters with different hydrogeological and hydrochemical characteristics which, through the big potential of artesian flow, the mineralization and thermalization degree, assure the necessities of thermomineral water for the development and diversification of the treatment profile of the spa.

I. Introducere. În cadrul planului de cercetări al fostului Comitet de Stat al Geologiei, în perioada 1968–1970, au fost efectuate, prin IFLGS, cercetări hidrogeologice prin foraje, în vederea stabilității posibilităților de sporire a surselor de alimentare cu apă termominerală, a stațiunii balneare Băile Herculane, județul Caraș-Severin.

Perimetru cercetat se situează în lungul văii Cerna, atât în amonte cât și aval de stațiunea Băile Herculane.

Din punct de vedere morfologic, zona văii Cerna se situează la contactul dintre munții Cernei la vest și munții Mehedinți la est, și se caracterizează printr-un relief foarte accidentat, cu mari diferențe de nivel. Astfel, în zona cercetată, altitudinile maxime ajung pînă la +1570 m în

¹ Susținută în ședința de comunicări științifice a Institutului Geologic din 26 mai 1972.

² I.F.L.G.S. B-dul Nicolae Bălcescu nr. 26, București.



vîrful Cracul Popii, la nord de Herculane, iar cotele minime se situează pe valea Cernei, în jur de +150 m.

Principalul curs de apă în zonă, este rîul Cerna, care are versanți cu pante foarte mari, mergind pînă la pereți verticali, aşa cum este cazul pe versantul drept în amonte de stațiune, precum și pe versantul stîng în zona stațiunii. Atât pe partea dreaptă, cât și pe partea stîngă, valea Cernei primește o serie de afluenți, care în general au caracter torențial.

II. Considerații geologice. Descifrarea structurii geologice a zonei Băile Herculane, a preocupat pe numeroși cercetători ca : M u r g o c i (1911), V o i t e s t i (1921), C o d a r c e a (1940), P a p i u, K i z y k (1958), N ă s t ă s e a n u, S t i l l a (1960)³ etc.

Lucrările de cartare geologică, au pus în evidență încă de la început, structura geologică foarte complicată a acestei zone, care a fost confirmată și de cercetările geofizice.

Date importante, privind structura geologică a zonei Herculane, au fost furnizate de forajele de cercetare hidrogeologică executate de IFLGS, IBF și ISPIF.

Din corelarea lucrărilor amintite, rezultă că la alcătuirea geologică a zonei Herculane, în afară de granitul de Cerna și cristalinul autohtonului danubian, iau parte formațiuni aparținând : Permianului, Jurasicului, Cretacicului și Cuaternarului.

Permianul este cunoscut la suprafață prin mai multe petice de conglomerate, iar în profunzime a fost întîlnit prin forajul nr. 4572 IFLGS, situat la nord de „7 izvoare calde“, sub adâncimea de 1156 m, constituit din conglomerate roșii-violacee de tip Verucano, cu elemente de cuarțite cenușii-albicioase, șisturi și gresii cuarțoase.

Jurasicul este reprezentat prin : Liasic, Dogger și Malm.

Liasicul se prezintă în facies de Gresten, fiind constituit dintr-o serie grezoasă-cuarțoasă, uneori conglomeratică, de culoare cenușie, cu intercalații de gresii șistoase negre, cu rare urme cărbunoase și gresii silicioase, cenușii-albicioase, nestratificate.

În adâncime, Liasicul a fost întîlnit în facies grezos, prin forajele IFLGS nr. 4571 și 4573 la sud de stațiunea Herculane, forajul ISPIF-Horia și forajul IBF-Cloșca.

Prin forajul nr. 4572, peste depozitele permiene, s-a stabilit prezența unor șisturi cuarțitice cenușii-albicioase și șisturi cloritoase, peste care se

³ S. Năstăseanu, A.I. Stillă. Raport geologic asupra cartărilor din regiunea Cornereva-Mehadia-Herculane. 1960. Arhiva Departamentului Geologiei. MMPC, București.

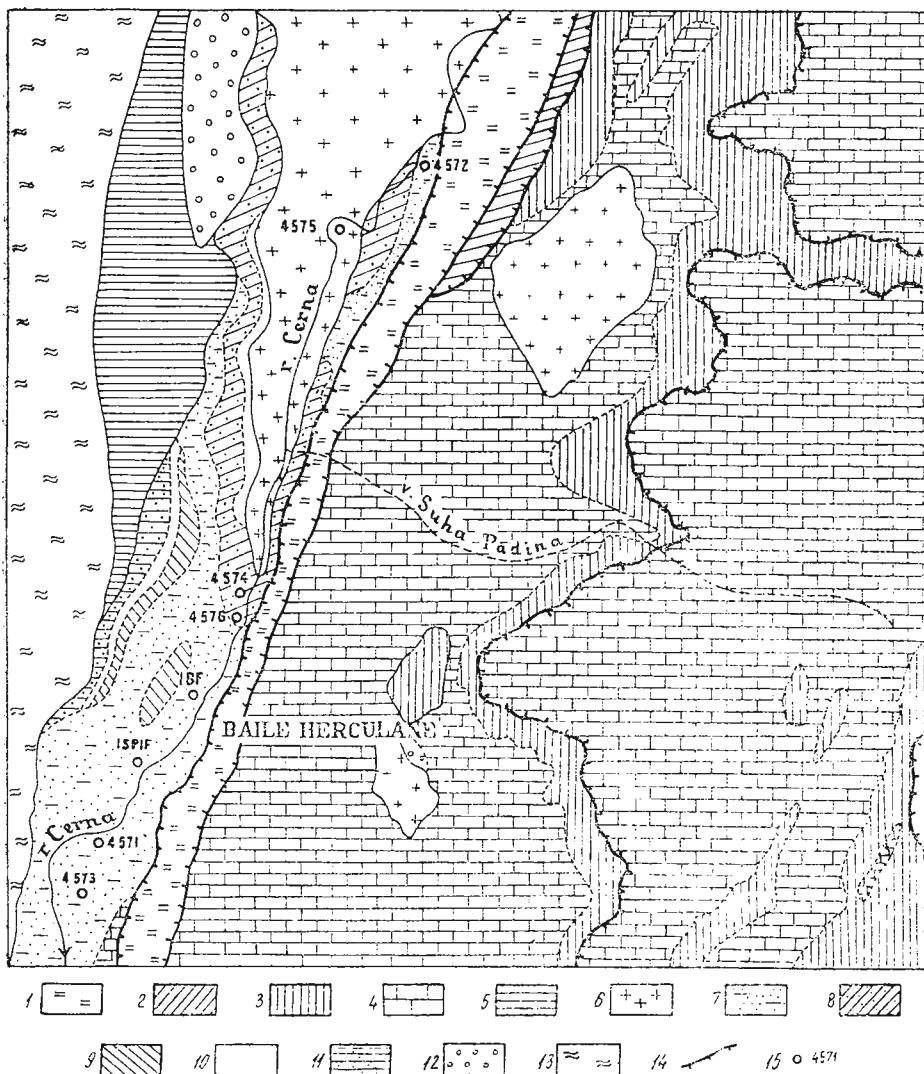


Fig. 1. — Schiță geologică a zonei Băile Herculane.

Pinza getică : 1, sisturi cristaline ; Pinza de Severin : 2, Jurasic superior + Cretacic inferior ; Autohtonul Danubian : 3, Cretacic superior + flisul de Arjana; Faciesul de Cerna : 4, Malm + Cretacic inferior ; 5, Liasic + Dogger ; 6, granit de Cerna ; Faciesul de Presacina : 7, Cretacic ; 8, Cretacic inferior + Jurasic superior ; 9, Malm ; 10, Dogger ; 11, Liasic ; 12, Permian ; 13, cristalin ; 14, linie de încălcare ; 15, foraje hidrogeologice.

Esquisse géologique de la zone de Băile Herculane.

Nappe gétiques : 1, schistes cristallins ; Nappe de Severin : 2, Jurassique supérieur + Crétacé inférieur ; Autochtone Danubien : 3, Crétacé supérieur + flysch d'Arjana ; Faciès de Cerna : 4, Malm + Crétacé inférieur ; 5, Lias + Dogger ; 6, granite de Cerna ; Faciès de Presacina : 7, Crétacé ; 8, Crétacé inférieur + Jurassique supérieur ; 9, Malm ; 10, Dogger, 11, Lias ; 12, Permien ; 13, cristallin ; 14, ligne de chevauchement ; 15, forages hydrogéologiques.

situează o apofiză de granit cenușiu, fisurat. Acest complex litologic șistos, ar putea să aparțină Liasicului, iar caracterul de șistozitate s-ar datora fenomenului de metamorfism, provocat de punerea în loc a apofizei de granit, a cărei grosime este de 23 m.

Doggerul este reprezentat prin calcare grezoase, în general de culoare cenușii-albicioase și a fost interceptat prin forajele IFLGS nr. 4571 și 4573.

Malmul este reprezentat în facies calcaros și nu a putut fi delimitat de Neocomian, cu care formează un complex litologic, reprezentat prin calcare cenușii uneori negricioase cu aspect nodulos și silicifieri, care trec la partea superioară la calcare masive, recifale, cenușii-albicioase.

Acest complex litologic, atribuit Malm-Neocomianului, a fost interceptat prin forajele IFLGS nr. 4571, 4572 și 4573, forajul ISPIF-Horia și forajul IBF-Cloșca.

Cretacicul este reprezentat prin Neocomian, Barremian și Cretacic superior nedivizat.

Neocomianul se prezintă în facies calcaros și nu a putut fi delimitat de Malm, așa cum s-a arătat anterior.

Barremianul grupează o serie grezoasă, argiloasă, cenușie-negricioasă, constituită în special în partea bazală, din șisturi negre și marnocalcare cenușii-negricioase, uneori cu lentile silicioase, negre și care în partea superioară prezintă intercalății de calcare cenușii-negricioase și gresii cuarțitice cu grosimi sub 0,5 m. Acest complex litologic este cunoscut și sub denumirea de stratele de Nadanova și a fost interceptat prin forajele IFLGS nr. 4571, 4573, 4574 și 4576 și forajele ISPIF-Horia și IBF-Cloșca.

Cretacicul superior este reprezentat printr-un complex litologic, constituit din gresii fine, cuarțoase, uneori slab micacee, șisturi argiloase, negre și conglomerate cu elemente de cuarț, șisturi cristaline și calcare mezozoice, în care se intercalează gresii argiloase, roșii, sau șisturi argiloase, roșii, asemănătoare cu faciesul de Gossau. Acest complex litologic, cunoscut și sub denumirea de flișul de Arjana, a fost interceptat numai prin forajul IFLGS nr. 4572.

Cuaternarul este reprezentat prin grohotișuri și deluvii, care acoperă versanții văilor, precum și prin depozitele aluvionare ale luncii văii Cerna, în partea de sud a stațiunii Herculane.

Granitul de Cerna, care aflorează la nord de stațiunea Bările Herculane și care se afundă către sud, formind fundimentul văii Cerna, a fost interceptat de toate forajele executate în zona stațiunii Herculane și Parcul Vicol, iar forajul IFLGS nr. 4575 executat în zona „7 izvoare

calde“, a avansat de la suprafață pînă la adîncimea finală de 549,50 m numai prin granit.

Datele furnizate de forajele de cercetare hidrogeologică executate de IFLGS, cît și de forajele IBF și ISPIF, au confirmat existența fracturilor identificate prin lucrările de cercetare geologică și geofizică de suprafață efectuate anterior.

Dintre aceste fracturi, cele mai importante se situează în lungul văii Cerna, determinînd grabenul Cernei. Așa cum s-a constatat prin forajul nr. 4572, care deși se situează în imediata vecinătate a masivului de granit, a avansat pînă la adîncimea finală de 1201 m prin formațiuni sedimentare, cu excepția apofizei de granit, interzisă între adîncimile 1077-1100 m și forajul nr. 4575 executat pe granit, în imediata apropiere a contactului cu calcarele mezozoice și care pînă la adîncimea finală de 549,50 m nu a ieșit din granite, fractura care delimită către est masivul granitic, cel puțin în zona „7 izvoare calde“, este verticală.

În zona stațiunii Băile Herculane-Parcul Vicol, datele furnizate de forajele de cercetare hidrogeologică executate, arată că pe direcția nord-sud în lungul văii Cerna, formațiunile mezozoice, cît și fundimentul granitic, prezintă o afundare relativ pronunțată, fără a exclude eventual posibilitatea existenței unor fracturi orientate est-vest.

În concluzie, din datele de cunoaștere existente, rezultă că zona Băile Herculane prezintă o tectonică foarte complicată.

III. Cercetări hidrogeologice. Izvoarele de ape termo-minerale din zona Băile Herculane, sănt cunoscute din vremuri foarte îndepărtate și primele dovezi despre folosirea acestora, în scopuri balneare, există din epoca romană.

Geneza acestor izvoare, precum și calitățile terapeutice ale apelor debitate de izvoarele respective, au preocupat pe numeroși cercetători, dintre care menționăm: Voitești (1921), Codarcăea (1938), Papiu (1960), Pricăjan et al. (1967)⁴ și Pascu (1971)⁵.

Datele rezultate ca urmare a acestor lucrări, au condus la concluzia că în bazinul văii Cerna, pot fi separate două categorii de strate acvifere :

⁴ A. Pricăjan, D. Slăvoacă, M. Feru, Venera Șerbănescu. Prospecțiuni hidrogeologice și hidrochimice pentru hidrocarburi, în bazinul văii Cerna. 1967. Arhiva Departamentului Geologiei, MMPG. București.

⁵ M. Pascu. Combaterea infiltrărilor de ape reci, la izvorul termal Hercule I. Comunicare prezentată la al II-lea simpozion cu tema: „Protecția și exploatarea rațională a zăcămintelor de ape minerale și nămoluri terapeutice, în scopul valorificării lor complexe”.

a) Strate acvifere freaticice, care sunt generate în depozitele aluvionare și deluviale ale văii Cerna, prin infiltrarea nemijlocită a precipitațiilor atmosferice și care în general dispun de potențiale de debitare reduse.

b) Strate acvifere de adâncime, situate atât în rețelele de fisuri, care afectează calcarale și granitale, cît și în porii rocilor granulare, generează o serie de izvoare în lungul văii Cerna, ceea ce constituie dovada că nivelele hidrostatice ale acestor strate, se situează la cote superioare văii Cerna.

Izvoarele generate de stratele acvifere de adâncime, prezintă o mare variație, atât în ceea ce privește gradul de mineralizare și temperatură, cît și gradul de radioactivitate al apei.

Astfel, mineralizația totală variază de la 0,2578 gr/l la izvorul Hercule, pînă la 6,9883 gr/l la izvorul 7 noiembrie, iar temperatura apei, variază de la 17°C la izvorul Hercule, la 54°C la izvorul de ochi și „7 izvoare calde“.

De asemenea, gradul de radioactivitate al apelor debitante de izvoare, prezintă o mare variație, respectiv de la ape lipsite de radioactivitate, pînă la ape intens radioactive, cum este cazul la „7 izvoare calde“, unde s-a înregistrat 22-23-mµc/l.

Din punct de vedere chimic, apele izvoarelor minerale din zona Herculane, se încadrează, în general, în categoria apelor clorurate, sulfatace, sodice și calcice, cu excepția izvorului principal Hercule, care se încadrează în categoria apelor bicarbonatace, calcice.

În vederea stabilirii posibilităților de sporire a surselor de alimentare cu apă termo-minerală, în zona stațiunii Herculane, prin punerea în evidență a noi strate acvifere de adâncime, au fost efectuate cercetări hidrogeologice printr-un număr de 6 foraje, din care 2 foraje (4571 și 4573), au fost executate în perimetru Podul Roșu-Parcul Vicol, la sud de stațiune, 2 foraje (4574 și 4576) în vecinătatea grupului de izvoare Hercule la nord de stațiune și 2 foraje (4572 și 4575) în perimetru „7 izvoare calde“ de asemenea la nord de stațiune.

Dat fiind scopul urmărit, prin forajele executate au fost efectuate încercări hidrogeologice experimentale, pe gaură netubată, pe măsură avansării forajelor, asupra orizonturilor litologice posibil purtătoare de ape termo-minerale, după cum urmează :

Perimetru Podul Roșu-Parcul Vicol. Forajul nr. 4571, situat pe partea stîngă a văii Cerna, imediat în aval de Podul Roșu, a fost executat pînă la adâncimea de 577,50 m traversînd aluviunile cuaternare, stratele de Nadanova, complexul calcaros cretacic-jurasic și gresiile liasice pînă la

adîncimea de 420 m de unde a avansat în continuare în fundimentul granitic.

În vederea efectuării încercărilor hidrogeologice experimentale, asupra formațiunilor calcaroase cretacice și jurasice, cît și pentru granitele de fundiment, complexul stratelor de Nadanova și partea superioară a calcarelor mezozoice, care prezintau intercalații marnoase și pelicule argiloase, au fost închise printr-o coloană $\varnothing = 12\frac{3}{4}''$, tubată la adîncimea de 295,60 m și cimentată în spate pe toată lungimea.

ADÎNCIMEA m	COTA m	PROFILUL LITOLOGIC		FORMAȚIUNEA GEOLOGICĂ	GROSMEA TURCATUINII m
153,00	-23,74	Gresie calcaroasă negră cu intercalări de sisturi argiloase.		PARENTHIAN + HAUTERIVIAN	151,60
		Marnocalcar cenușiu negricios, slab grezos, cu diaclaze de calcit.			
344,00	-214,74	Calcar cenușiu compact, cu diaclaze de calcit.		NEOCOMIAN + HALM	181,62
400,00	-270,74	Calcar compact cenușiu albicioasă, cu diaclaze de calcit.		DOGGER	56,00
420,00	-290,74	Gresie cenușie albicioasă		LIAST	20,00
577,50	-448,24	Granit compact, cenușiu, cu feldspat și biotit			457,50

Fig. 2. — Profilul forajului nr. 4571.

Profil du forage no. 4571.

În urma încercărilor experimentale executate, au fost obținute următoarele rezultate :

Pentru intervalul 295,60-453 m, debitul artezian a fost de $172,80\text{m}^3/24$ ore, apă minerală cu temperatură de 47°C , nivelul hidrostatic situându-se la 52 m deasupra solului.

Pentru intervalul 461-577,50 m, debitul artezian a fost de $483,84\text{m}^3/24$ ore, apă minerală cu temperatură de 62°C , iar nivelul hidrostatic s-a stabilit la 50 m deasupra solului.



Puse în condiții de debitare cumulată, după o perioadă de timp mai îndelungată, s-a stabilit că cele două intervale (295,60 – 577,50 m), dispun de un potențial de debitare arteziană de 691,20 m³/24 ore, apă cu temperatură de 62°C, nivelul hidrostatic situându-se la 50 m deasupra solului.

ADÎNCIMEA m	COTA m	PROFILUL LITOLOGIC		FORMAȚIUNEA GEOLOGICĂ	GRADINA FORMAȚIUNII m
192,50	- 56,25		Calcare cenușiu negricioase, fir grezoase, cu pelicule argiloase, negre.	BALREMMIAN + HAUTERIVIAN	190,00
410,00	- 273,75		Calcare cenușiu negricioase, compacte, cu diaclaze de calcit.	NEODOMIAN + MALM	217,50
449,00	- 311,75		Calcare cufenii compacți. Calcare albicioase compacte.	DOGGER	33,00
461,50	- 325,25	+	Granit cenușiu, cu feldspati și biotit.	LIAJ	13,50
597,70	- 461,45	+			155,20

Fig. 3. — Profilul forajului nr. 4573.

Profil du forage no. 4573.

Forajul nr. 4573, având adâncimea de 597,70 m, a fost executat în parcul Vicol, pe partea stângă a văii Cerna și a traversat depozite cuaternare, stratele de Nadanova, complexul calcaros cretacic inferior-jurasic, gresiile liasice și a interceptat granitul la adâncimea de 461,50 m.

La acest foraj, stratele de Nadanova au fost închise printr-o coloană de Ø = 12 3/4" la adâncimea de 241 m, cimentată în spate pe toată lungimea.

În urma încercărilor hidrogeologice experimentale efectuate, s-a stabilit că în rețele defisiuri care afectează calcarale mezozoice, este generat un strat acvifer, care dispune de un potențial de debitare arteziană, prin forajul respectiv, de 250 m³/24 ore, apă cu temperatură de 39,5°C, nivelul



hidrostatic situindu-se la 45 m deasupra solului. În granite, s-a pus în evidență un strat acvifer cu capacitate de debitare arteziană de $9 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 38°C , nivelul hidrostatic stabilindu-se la 35 m deasupra solului. Cumulat, cele două strate acvifere debitează artezian $259 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de $39,5^\circ\text{C}$, iar nivelul hidrostatic se situează la 45 m deasupra solului.

Datele obținute prin forajele nr. 4571 și 4573, au arătat că funda-
mentul granitic prezintă o foarte mare variație, în ceea ce privește gradul
de fisurare.

În timpul încercărilor hidrogeologice experimentale efectuate pentru stratul acvifer din calcarale mezozoice, atât prin forajul nr. 4571, cât și prin forajul nr. 4573, s-au înregistrat emanații de gaze, care separate, ardeau cu flacără de pînă la 1 m lungime. Analizele chimice executate asupra probelor de gaze recoltate, arată că proporția de metan ajunge pînă la 93,6 % și se semnalează și prezența gazelor nobile.

Perimetru Hercule. Forajul nr. 4574, avînd adîncimea de 124 m, se situează imediat în amonte de grupul de izvoare Hercule, pe partea dreaptă a văii Cerna. Prin acest foraj, după traversarea depozitelor cua-ternare și a stratelor de Nadanova, la adîncimea de 16 m s-a intrat în

ADINCHIMEA m	COTA m	PROFILUL LITOLOGIC	FORMATIUNI GEOLOGICA m
5,50	184,83	Nisip argilos cu piatră	QUATER. 5,50
15,50	174,83	Marnocalcar, cenusiu - negricios	BARREM. 10,00
		Granit cenusiu, alterat, cu feldspat si putin biotit.	
124,00	66,33		102,50

Fig. 4. — Profilul forajului nr. 4574.

Profil du forage no. 4574.

granite intens alterate, practic impermeabile, întrucît în condiții de epuisment, afluxul de apă în foraj nu a depășit $2 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$.

Forajul nr. 4576 cu adâncime finală de 134,40 m, se situează imediat în aval de grupul de izvoare Hercule, pe partea dreaptă a văii Cerna. După traversarea depozitelor cuaternare și a stratelor de Nadanova, la adâncimea de 64 m s-a intrat în granite intens alterate la partea superioară și fisurate în bază, cu depuneri de zeoliți pe fisuri.

		PROFILUL LITOLOGIC		FORMATIUNEA GEOLOGICA GRESIEA FORMATIUNII M	5,50
ADÂNCIMEA m	COTA m	5,50	183,45		
				Nisip argilos cu petriș	CUATER.
				Marnocalcar cenusiu negricios, fin grezos, cu diaclize de calcit.	
				Gresie calcăroasă, compactă, cenusiu, cu diaclize cu calcit.	
64,00	124,96	64,00	124,96	BARREMAN + HAITERVIAN	58,50
				Granit cenusiu, usor alterat, cu depuneri de zeoliți și rare cristale de pinită.	
134,40	54,58	134,40	54,58		70,40

Fig. 5. — Profilul forajului nr. 4576.

Profil du forage no. 4576.

În urma încercărilor experimentale efectuate prin acest foraj, pentru intervalul 20,40-134,40 m, s-a stabilit un potențial de debitare de $259 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 32°C , pentru o denivelare de 42,70 m, nivelul hidrostatic situându-se la 0,90 m adâncime.

Considerăm că afluxul de apă înregistrat prin acest foraj, provine din granitul mai puțin alterat, situat sub adâncimea de 90 m, cît și din orizontul grezos din baza stratelor de Nadanova.

Forajele nr. 4574 și 4576, au dovedit că, stratul acvifer situat în calcarele mezozoice, care generează izvorul principal Hercule, nu are continuitate pe sub valea Cernei și se dezvoltă la vest de aceasta.

Perimetru „7 izvoare calde“. Forajul nr. 4572 este situat în partea de nord a perimetrului respectiv, pe partea stângă a văii Cerna și a fost executat pînă la adîncimea de 1201 m traversînd depozite cuaternare, cretacice, jurasice și permiene. Între adîncimile 1077-1100 m, în partea inferioară a Jurasicului, a fost interceptată o apofiză de granit.

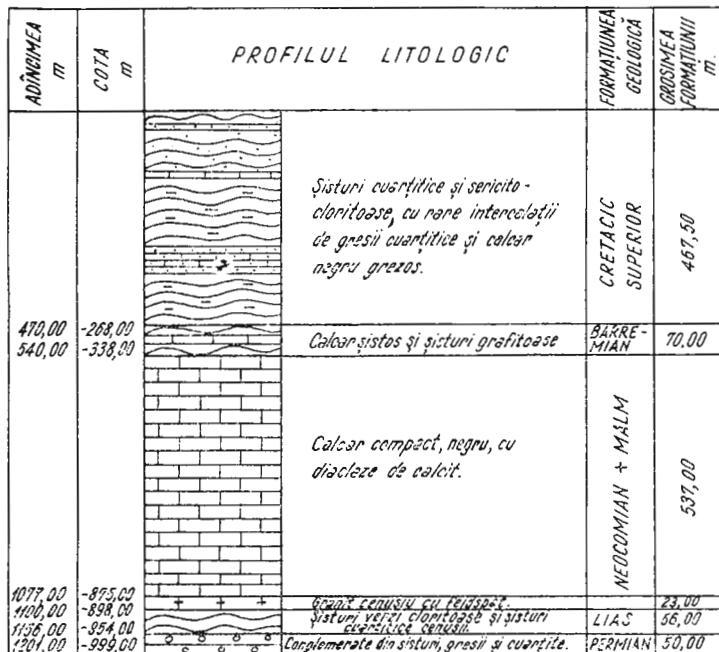


Fig. 6. — Profilul forajului nr. 4572.

Profil du forage no. 4572.

Dat fiind instabilitatea găurii de foraj în formațiunile cretacice, pentru efectuarea încercărilor hidrogeologice experimentale, asupra stratielor acvifere generate în calcarele mezozoice, s-a tubat o coloană $\varnothing = 8\frac{5}{8}''$ pînă la adîncimea de 392 m și o coloană $\varnothing = 6\frac{5}{8}''$ pe intervalul 350-620 m ambele cimentate în spate pe toată lungimea.

Cercetările hidrogeologice efectuate prin acest foraj, au dovedit că partea superioară a calcarelor mezozoice, pînă la adîncimea de 800 m, nu prezintă condiții pentru existența unor acumulări importante de ape subterane, întrucînt debitul artezian nu a depășit $26\text{ m}^3/24\text{ ore}$, apă cu temperatură de 35°C – nivelul hidrostatic fiind la 29 m deasupra solului. Sub adîncimea de 800 m, calcarele mezozoice prezintă orizonturi intens fisurate.

rate și încercările experimentale efectuate, au pus în evidență, în rețelele de fisuri care le afectează, prezența unui important strat acvifer, care dispune de un potențial de debitare arteziană de $865 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de $35,5^\circ\text{C}$, iar nivelul hidrostatic se situează la 29 m deasupra solului.

ADÎNCIMEA m	COTA m	PROFILUL FORAJULUI	FORMATIUNEA GEOLOGICA	GROZIMEA FORMATIUNII
549,50	-355,09	+ +	Grenit cenușiu, alterat, cu feldspat și piatră fin diseminată	549,50

Fig. 7. — Profilul forajului nr. 4575.

Profil du forage no. 4575.

Dat fiind construcția forajului respectiv, nu s-au putut efectua încercări hidrogeologice asupra depozitelor permiene, care au fost deschise pe o grosime de 50 m, însă considerăm că prin constituția lor litologică, în punctul respectiv și pe grosimea menționată, nu prezintă condiții favorabile, pentru formarea unui strat acvifer în acestea.

Forajul nr. 4575 a fost executat în extremitatea sudică a perimetrului „7 izvoare calde“, pe partea stângă a văii Cerna și după traversarea depozitelor cuaternare, cu grosime de 2,00 m, a avansat numai prin granite, pînă la adîncimea finală de 549,50 m.

Încercările hidrogeologice experimentale, efectuate pe măsura avansării forajului, au arătat că masivul de granit traversat, este afectat de rețele de fisuri, în care sunt situate strate acvifere minerale, ascensionale. Astfel, stratul acvifer situat între adâncimile 60,40 m și 150 m, are nivelul

hidrostatic la 0,10 m adâncime și prin pompare debitează $173 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 32°C , pentru o denivelare de 65 m. Stratele acvifere situate sub 150 m adâncime, devin arteziene, nivelele hidrostatice cresc deasupra terenului, pe măsura creșterii adâncimilor la care sunt situate stratele respective, astfel că pentru stratul acvifer din intervalul 498-549,50 m nivelul hidrostatic se situează la 24 m deasupra solului.

De asemenea, temperatura apei debită crește în adâncime, respectiv pînă la adâncimea de 300 m ajunge la 40°C , pentru intervalul 300-500 m temperatura apei este de 50°C , iar pentru intervalul 500-549,50 m ajunge la 55°C .

Capacitatea de debitare variază în funcție de gradul de fisurare al granitului, stratele acvifere cu potențialul de debitare mai mare, situindu-se sub adâncimea de 300 m.

Puse în condiții de debitare cumulată, stratele acvifere situate între adâncimile 60,40-549,50 m, debitează artezian $250,50 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă minerală cu temperatură de 54°C , iar nivelul hidrostatic se situează la 17 m deasupra solului.

Rezultatele cercetărilor hidrogeologice executate prin foraje, conduc la concluzia că, potențialul de debitare al stratelor acvifere generate în rețelele de fisuri, care afectează calcarale mezozoice și granitele, variază în funcție de intensitatea și mărimea fisurilor.

Faptul că stratele acvifere, puse în evidență prin foraje în zona Herculane, atât în calcarale mezozoice cît și în granite, debitează artezian, deci nivelele hidrostatice se situează deasupra cotelor văii Cerna, dovedește că zonele de alimentare ale acestora, se situează la cote superioare punctelor în care au fost cercetate.

Temperatura apei debitată în timpul încercărilor experimentale, efectuate pentru diversele strate acvifere cercetate, arată că termalitatea crește în adâncime și este influențată direct de existența masei granitice, așa cum s-a dovedit prin forajul nr. 4571, unde s-au înregistrat temperaturi pînă la 62°C , iar la forajul nr. 4575 temperatura apei a ajuns pînă la 55°C .

Din valorile de temperatură măsurate, rezultă o variație mare a treptei geotermice de la foraj la foraj, după cum urmează : 10 m la forajul nr. 4575, 11,2 m la forajul nr. 4571, 21,3 m la forajul nr. 4573 și 50 m la forajul nr. 4572. Diferența mare înregistrată pentru treapta geotermică la forajele nr. 4571 și 4573, care au interceptat aceleasi formațiuni și distanța între ele de numai 350 m, ne îndreptățește să considerăm că, la

aceasta contribuie și gradul în care rețelele de fisuri au continuitate în adâncime.

Pentru stabilirea caracteristicilor hidrochimice ale stratelor acvifere puse în evidență prin foraje, pentru fiecare etapă de încercări, au fost recoltate probe de apă, care au fost analizate în laboratorul Întreprinderii geologice de prospecționi.

Rezultatele analizelor chimice, arată că stratul acvifer pus în evidență prin forajul nr. 4571, în calcarale mezozoice, debitează apă clorosodică, bromoiodurată, sulfuroasă, cu mineralizație totală de 10,3050 gr/kg și duritate totală de 137 grade germane, iar stratul acvifer din granite are apă clorosodică, bromoiodurată, sulfuroasă, cu mineralizație totală de 7,7802 gr/kg și duritate totală de 170 grade germane.

Lăsate să debiteze împreună cele două strate acvifere, apa respectivă este clorosodică, bromoiodurată, sulfuroasă, având mineralizația totală de 8,4293 gr/kg.

Prin forajul nr. 4573, stratul acvifer din calcarale mezozoice, are apă clorosodică, bromoiodurată, sulfuroasă, cu mineralizația totală de 10,0849 gr/kg și duritate de 153 grade germane, iar apa provenită din granite, este clorosodică, bromoiodurată, cu mineralizație totală de 8,4733 gr/kg și duritate de 136 grade germane. Împreună, cele două strate acvifere dau o apă clorosodică, bromoiodurată, sulfuroasă, cu mineralizație totală de 8,5888 gr/kg.

Apa debitată prin forajul nr. 4576, este clorosodică, bromoiodurată, cu mineralizație totală de 2,7798 gr/kg și duritate de 65,4 grade germane.

Complexul acvifer pus în evidență prin forajul nr. 4575, în rețelele de fisuri care afectează granitul, debitează apă clorosodică, sulfuroasă, cu concentrație foarte mică, având mineralizația totală de 1,0480 gr/kg și duritatea totală de 7,3 grade germane. Gradul de mineralizare al stratelor acvifere cercetate prin acest foraj, scade către suprafață, ajungînd pentru intervalul 5-150 m la 0,6497 gr/kg.

Prin forajul nr. 4572, complexul acvifer pus în evidență în calcarale mezozoice, debitează apă bicarbonatată, calcică și magneziană, cu mineralizația totală de 0,3454 gr/kg și duritate totală de 10,2 grade germane.

Pentru orientare asupra radioactivității apelor debitante de stratele acvifere, puse în evidență prin forajele executate, au fost efectuate măsurători radiometrice la forajele nr. 4571 și 4572, în condițiile finale de debitate arteziană, stabilindu-se următoarele valori :



TABELUL 1

Nr. forajului	Concentrație la litru	
	Rn picocurie	Ra picocurie
4 571	3 320	188 000
4 572	150	21 000

La forajul nr. 4571, au fost efectuate și măsurători radiometrice, asupra probelor de carote, stabilindu-se următoarele valori :

TABELUL 2

Formațiunea	impulsuri/minut	Conținutul în radiu 10-12 gr/l
Stratele de Nadanova	35–53,1	1,3–2,4
Calcarele mezozoice	2,4– 5,4	urme
Granit	50,5–86,6	2,2–3,8

Măsurările radiometrice au fost efectuate de către A. Szabo de la IFA-Cluj. Valorile mari de radioactivitate, pe care le prezintă probele de carote din granit, justifică radioactivitatea sporită a apelor debitante de stratele acvifere generate în rețelele de fisuri, care afectează granitul de Cerna.

Din datele prezentate, rezultă că prin forajele de cercetare hidrogeologică, executate de IFLGS, au fost puse în evidență 3 zăcăminte de ape termominerale, cu caracteristici hidrogeologice și hidrochimice diferite.

Astfel, primul zăcămînt se situează în calcarele mezozoice, la nord de perimetru „7 izvoare calde” și debitează artezian apă bicarbonatată, calcică și magneziană, cu concentrație foarte mică și temperatură de 35,5°C.

Al doilea zăcămînt, situat în rețelele de fisuri care afectează granitul de Cerna, în zona „7 izvoare calde”, debitează artezian apă clorosodică, sulfuroasă, cu concentrație foarte mică și temperatură de 54°C.

Cel de-al treilea zăcămînt, situat în rețelele de fisuri care afectează calcarele mezozoice și granitul de fundament, în perimetru Podul Roșu-Parcul Vicol, debitează artezian apă clorosodică, bromiodurată, sulfuroasă, cu concentrație mare, a cărei temperatură ajunge pînă la 62°C.



Din datele obținute prin lucrările executate, rezultă că tipul de mineralizare al stratelor acvifere de adâncime din zona Herculane, este determinat de natura petrografică a formațiunilor în care sunt generate, cu excepția apelor zăcămîntului din zona Podul Roșu-Parcul Vicol, a căror mineralizare, considerăm că este determinată de antrenarea de către apele infiltrate în rețelele de fisuri ale formațiunilor mezozoice și granitelor, a unor ape de zăcămînt dintr-o structură situată undeva spre sud, sau sud-est.

Ținînd seama de compoziția chimică a apelor debitante de izvoarele existente în perimetruștăiajuni Herculane, considerăm că acestea, cu excepția izvorului principal Hercule, constituie emergențe ale zăcămîntului de ape termominerale, pus în evidență în perimetruștăiajuni Podul Roșu-Parcul Vicol și care sunt diluate în proporții diferite de apele freatiche, sau de apele unor strate acvifere slab mineralizate pe care le intercepteză. Izvorul principal Hercule, este generat de zăcămîntul de ape existent în calcarele mezozoice, ce se dezvoltă la vest de masivul granitului pus în loc pe Valea Cernei.

Avînd în vedere caracteristicile hidrogeologice și hidrochimice ale stratelor acvifere cercetate, cît și ale izvoarelor existente, rezultă că zăcămintele de ape termominerale din zona Băile Herculane, sunt generate și alimentate prin infiltrarea precipitațiilor atmosferice și a apelor superficiale prin zonele de aflorare, în rețelele de fisuri ale formațiunilor în care sunt situate. Încălzirea acestor ape, are loc pe măsura circulației lor în adâncime, în funcție de valoarea treptei geotermice, a formațiunilor și perimetrelor în care circulă, cît și de adâncimile la care apele vadoase ajung în traseul lor de circulație subterană.

La nivelul actual de cunoaștere, nu se pot delimita zonele de alimentare ale zăcămintelor de ape termominerale, cunoscute în zona Herculane, dar este cert că acestea sunt situate la cote superioare văii Cerna și în bună parte, în afara bazinului hidrografic al Cernei.

Existența numeroaselor izvoare, constituie dovada că valea Cernei drenăază stratele acvifere de adâncime.

IV. Considerații privind potențialul de alimentare cu apă termominerală, în zona cercetată. La data începerii lucrărilor de cercetare hidrogeologică pe care le-am executat, în zona stațiunii Băile Herculane, au existat următoarele surse de alimentare cu apă termominerală.

1. Izvorul Hercule I are un debit de peste $2500 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură variind între 17°C și 48°C , în funcție de regimul precipita-

ților atmosferice. De la această sursă, este captat și folosit în stațiune un debit de $561 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, restul de apă curgind în rîul Cerna.

2. Izvorul Hercule II are un debit de $18 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 30°C .

3. Izvorul Hygeea cu un debit de $9 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 40°C .

4. Izvorul Diana I (Cloșca I) cu un debit de $46,5 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 52°C .

5. Izvorul Diana II (Cloșca II), cu debit de $112 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 53°C .

6. Izvorul Diana III (Cloșca III), este un foraj al IBF, care debitează $2,5 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de $52,5^\circ\text{C}$.

7. Izvorul Neptun I (Horia I), care este un foraj executat de ISPIF în anul 1967 pentru înlocuirea vechii captări, dispune de un potențial de debitare artezian de $335,60 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 48°C .

8. Izvorul Neptun II (Horia II-izvorul de stomac), cu un debit de $11 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 51°C .

9. Izvorul Neptun III (Horia III-izvorul de ochi), cu un debit de $14 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 56°C .

10. Izvorul Apollo (Crișan), cu un debit de $346 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 52°C .

11. Izvorul Hebe (Dragalina), cu un debit de $22 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 31°C .

12. Izvorul Venera (7 noiembrie) cu un debit de $2,90 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 32°C .

Debitul de apă termominerală utilizat în stațiune, din cele 12 surse menționate, totalizează $1480,50 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$.

După terminarea programului de cercetare hidrogeologică, dat fiind rezultatele foarte bune obținute, au fost predate pentru exploatare Stațiunii Băile Herculane, forajele IFLGS nr. 4571, 4572, 4573 și 4575, care totalizează un debit artezian de $2065,20 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă termominerală. Chimismul apelor debitate de forajele respective este dat în tabelul 3.

Cu aceste foraje, debitul captat de apă termominerală, care poate fi utilizat în stațiune, a crescut de la $1480,50 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$ la $3545,70 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$.

Acest debit ar putea să fie sporit, printr-o captare mai bună a izvorului principal Hercule, unde aşa cum am arătat, se pierde o cantitate mare de apă.

Prin punerea în exploatare a celor 4 noi surse create prin forajele IFLGS, considerăm că necesitățile de alimentare cu apă termominerală

TABELUL 3

Nr. forajului și intervalul deschis	F. 4571 295,60 – 577,50 m	F. 4572 620 – 1201 m	F. 4573 241 – 597,70 m	F. 4575 60,40 – 549,50 m
<u>Anioni</u>				
Cloruri (mgr/l) Cl ⁻	4 521,1	7,1	4 609,8	1 020,0
Bromuri (mgr/l) Br ⁻	4,0	—	5,0	0,5
Ioduri (mgr/l) I ⁻	1,5	—	0,4	—
Sulfați (mgr/l) SO ₄ ²⁻	518,4	1,0	177,6	182,4
Bicarbonați (mgr/l) HCO ₃ ⁻	146,4	244,0	366,0	109,8
<u>Cationi</u>				
Sodiu (mgr/l) Na ⁺	2 069,8	13,3	2 598,0	292,8
Potasiu (mgr/l) K ⁺	81,0	—	90,5	9,4
Amoniu (mgr/l) NH ₄ ⁺	urme	37,7	—	—
Calcii (mgr/l) Ca ⁺⁺	963,5	21,4	370,7	30,8
Magneziu (mgr/l) Mg ⁺⁺	6,8	—	72,9	13,1
Fier (mgr/l) Fe ⁺⁺	0,1	—	0,1	0,5
Acid metasilicic (mgr/l) H ₂ SiO ₃	33,7	7,7	12,9	33,7
Acid metaboric (mgr/l) HBO ₂	15,0	—	283,5	—
Bioxid de carbon liber (mgr/l) CO ₂	22,0	13,2	urme	20,0
Hidrogen sulfurat liber (mgr/l) H ₂ S	50,0	—	1,4	0,8
Mineralizația totală (mgr/l)	8 429,3	345,4	8 588,8	1 048,4
Duritatea totală (grade germane)	136,8	10,2	65,8	7,3
P.H.	7,0	7,0	8,0	5,5

în zona stațiunii Herculane, sănt satisfăcute cu prisosință și există rezerve importante pentru dezvoltarea în continuare a capacității stațiunii respective.

Având în vedere că apele termominerale, debitate de zăcăminte puse în evidență, în perimetrele Podul Roșu-Parcul Vicol și „7 izvoare calde”, au un grad de mineralizare și termalitate superior, față de acela

al surselor cunoscute anterior în această zonă, rezultă că în paralel cu dezvoltarea capacitatei, se poate asigura și o largire a profilului de tratament în stațiunea Herculane.

BIBLIOGRAFIE

- A tan a siu I. (1939) Distribuția generală și geneza apelor minerale din România. *Iașul medical*, IV, Iași.
- Cod a rce a I. (1938) Apele minerale din România. *Enciclopedia Rom.*, III, București.
— (1940) Vues nouvelles sur la tectonique du Banat et du Plateau de Mehedinți. *An. Inst. Geol. Rom.*, XX, București.
- L i t e a n u E. (1953). Hidrologie aplicată. Editura tehnică, București.
- M u r g o c i M. G. (1911) Observații geologice în regiunea Băile Herculane. *C.R. des séances de l'Inst. Géol.*, II, București.
- P a p i u C. V., K i z y k A. (1958) Asupra litologiei calcarelor recifale de la Băile Herculane. *St. și Cercel. de Geol.*, vol. 1–2, tom. III, București.
— (1960) Asupra originii mineralizației apelor termale de la Băile Herculane. *St. și Cercel. de Geol.*, vol. 1, tom. V, București.
- V a s i l e s c u Gh., N e c h i t i Gr. (1968) Contribuții la cunoașterea geologică și hidrogeologică zonei orașului Oradea. *Buletinul societății de științe geologice din R.S. România*, X, București.
— N e c h i t i Gr. (1970) Cercetări hidrogeologice în zona stațiunilor balneare „Felix” și „1 Mai”, județul Bihor. *St. tehn. econ. seria E, Hidrogeologie*, 8, București.
— N e c h i t i Gr., S z á b o A., R í p I. (1970). Contribuții la cunoașterea radioactivității apelor termale din zona Oradea-Băile „Felix” și „1 Mai”. *St. tehn. econ. seria E, Hidrogeologie*, 8, București.
- V o i t e ș t i I. P. (1921) Etudes géologiques sur les sources minérales des Bains d'Hercule. *Ann. des Mines de Roum.* V-a année. București.
— (1921). Considerations sur l'origine et le mode de manifestations des sources thermales des Bains d'Hercule. *Bul. Soc. St. Cluj*, tom. I, fasc. 1, Cluj.

NOUVELLES SOURCES D'EAUX THERMOMINÉRALES DANS LA ZONE DE BĂILE HERCULANE

(Résumé)

Les recherches hydrogéologiques, exécutées dans la zone de la station de Băile Herculane, en 1968–1970, ont mis en évidence trois nouveaux gisements d'eaux thermominérales à caractéristiques hydrogéologiques et hydrochimiques différentes.

Le premier gisement situé au N du périmètre „7 izvoare calde” est cantonné dans les calcaires mésozoïques et contient de l'eau bicarbonatée, calcique et magnésienne à concentration réduite, température de +35,5°C et à caractère artésien.



Le second gisement, situé au N de Herculane, est cantonné dans les réseaux de fissures qui affectent le granite de Cerna dans la zone de „7 izvoare calde”. L'eau qui jaillit est chlorosodique, sulfureuse, à concentration très réduite et température de 54°C.

Le troisième gisement, situé dans les calcaires mésozoïques et dans le granite du soubassement, dans le périmètre de Podul Roșu-Parcul Vicol, au S de Herculane, contient de l'eau chlorosodique, bromoiodée, sulfureuse, à grande concentration, dont la température hausse jusqu'à 62°C.

De l'analyse des caractéristiques hydrogéologiques et hydrochimiques des couches aquifères étudiées, aussi bien que des sources existantes, résultent que les gisements des eaux thermominérales de la zone de Băile Herculane sont engendrées et alimentées par l'infiltration des précipitations atmosphériques et par les eaux superficielles à travers les zones d'affleurement, dans les réseaux de fissures des formations où elles sont situées.

Le type de minéralisation des eaux des couches aquifères de profondeur de la zone de Herculane est déterminé par la nature pétrographique des formations qui engendent, ces eaux à l'exception des eaux chlorosodiques, bromoiodées, sulfureuses du gisement mis en évidence dans la zone de Podul Roșu-Parcul Vicol ; nous considérons que la minéralisation de ces eaux-là est déterminée par l'entraînement, exercé par les eaux infiltrées dans les réseaux de fissures des formations mésozoïques et des granites, de certaines eaux de gisement faisant partie d'une structure située quelque part vers le S ou le SE.

Vu la composition chimique de l'eau des sources existantes dans le périmètre de Herculane, nous considérons que ces sources constituent des émergences du gisement d'eaux thermominérales, mises en évidence dans le périmètre de Podul Roșu-Parcul Vicol, à l'exception de la source principale „Hercule”, qui est engendrée du gisement existant dans les calcaires mésozoïques, développés à l'W du massif du granite mis en place sur la vallée de Cerna.

Les recherches hydrogéologiques exécutées ont prouvé que dans la zone de Băile Herculane existent d'importantes ressources d'eaux thermominérales qui peuvent bien satisfaire les besoins actuelles et assurer les nécessités de perspective pour le développement de la station et la diversité du profil de traitement.

OBSERVAȚII HIDROGEOLOGICE ÎN ZONA AGIGEA¹

DE

ANA GHENEÀ², ROSETTE IANC²

Abstract

H y d r o g e o l o g i c a l O b s e r v a t i o n s i n t h e A g i g e a Z o n e. In this paper it is pointed out that the Agigea Lake is mainly supplied from the underground waters accumulated within the Sarmatian deposits of the region. The increase of the water contribution from the underground during the last years was more intense, determining the doubling of the water volume. This underground dynamics is reflected by the evolution of the lake. From the initial phase (1930), corresponding to a lagoon with high concentrated waters (52 g/l), an intermediary phase followed, during which the waters have a total mineralization of 7 g/l (1963) and finely, during the 1969—1971 period, the surplus underground supply of the lake led to the decrease of the mineralization up to normal limits.

În ultimii ani s-au intensificat cercetările privind resursele acvifere subterane din Dobrogea sudică.

Acstea cercetări au urmărit, în special, soluționarea unor probleme ridicate de necesitatea asigurării unor debite mari, solicitate de dezvoltarea economică socială a litoralului. S-au ridicat și probleme privind regimul apelor subterane din anumite sectoare și totodată s-au făcut și observații legate de regimul unor lacuri dulci sau sărate din zona litoralului în ceea ce privește evoluția chimică sau bilanțul hidric.

În această direcție considerăm interesant de comunicat unele observații făcute la sud de orașul Constanța, într-un perimetru care are ca punct central zona Agigea. Regiunea de la sud de Constanța corespunde morfologic terminației estice a reliefului de podiș ce caracterizează de fapt

¹ Susținută în ședința de comunicări științifice a Institutului Geologic din 28 aprilie 1972.

² Institutul Geologic, Șos. Kiseleff nr. 55, București.



întreaga Dobrogea sudică. Faleza înaltă care oferă frumoase secțiuni în loessuri și paleosoluri imediat din marginea sudică a orașului Constanța, este întreruptă la Agigea de un mic golf care pătrunde spre vest în relieful mai înalt al podișului. Originea lacului Agigea este de fapt aceeași ca a tuturor limanurilor de pe coasta Mării Negre. În cazul lacului Agigea trei văi confluau chiar în zona actualei stațiuni. Brațul nordic și cel vestic, au văile mai bine conturate în relief. Pe versantul sudic se recunoaște o albie destul de slab schițată dar care întregește imaginea estuarului format la vărsarea acestor trei văi în mare. Ulterior, un cordon oprește legătura golfului cu marea, cordon care are o lățime de cca 80 m.

În prezent, lacul are o orientare est-vest și se întinde pe o lungime de cca 2 km și pe o lățime medie de 350m.

Considerații geologice asupra zonei Agigea

Senonian. Mai multe foraje hidrogeologice, executate la Agigea, au întâlnit, la adâncimi variind între 20 și 30 m, Senonianul reprezentat prin crete, în care aceste foraje s-au oprit. Din datele obținute însă în forajele adânci care s-au executat în regiunea vecină zonei Agigea, a reieșit că Senonianul are grosimi de ordinul sutelor de metri, dar pentru problemele hidrogeologice pe care le vom discuta în continuare, acest interval nu intră în discuție.

Sarmățian. Sarmățianul are o dezvoltare mare în Dobrogea de sud și apare de asemenea în toată regiunea pe care o prezentăm.

Astfel, pe valea din partea de vest a localității (ferma agricolă) apar în malul drept (cel sting este complet acoperit cu depozite loessoide) deschideri în calcare lumașelice cu *Mactra vitaliana* (Sarmățian mediu). La partea superioară, în cîteva puncte din acest sector, se află calcare oolitice și calcare lumașelice cu *Mactra caspia* și *Mactra bulgarica*. În localitate, în vara anului 1969, s-au executat săpături pentru extinderea rețelei de alimentare cu apă potabilă. Sub solul de la partea superioară, s-a intrat direct în calcare organogene, vacuolare, de culoare roșcată, de vîrstă besarabiană. Pe valea Agigea (în nordul localității), sub depozite loessoide prăfoase se întâlnesc cîteva deschideri în calcare lumașelice cu *Mactra bulgarica* (Sarmățian superior). În malul lacului (versantul sudic) se găsesc aflorimente în calcare lumașelice cu *Mactra bulgarica*, iar în faleză calcarele sarmățian-superioare conțin *Mactra caspia*, *Helix (Helicodonta) involutae formis* și *Mactra crassicolis* (?).

Grosimea depozitelor sarmatiene, aşa cum a reieșit din datele celor 5 foraje hidrogeologice executate pe malul lacului, este cuprinsă între 20-30 m.

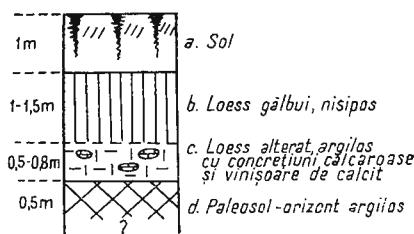
Cuaternar. Cu excepția aflorimentelor menționate în depozite sarmatiene, regiunea este acoperită cu o pătură de loessuri care prezintă însă o dezvoltare foarte neregulată. Această afirmație o facem ținând seama de grosimile pe care le înregistrează acoperișul de loess. La Agigea, în partea de sud a localității, se constată în unele puncte un înveliș subțire de loess de numai 1,5-2 m grosime. Pe valea Agigea, imediat în nordul localității, sub loessuri subțiri se intră direct în Sarmatian. Observații făcute pe valea din partea de vest a Agiei ne-au dat posibilitatea să constatăm cum versantul drept deschide în calcare sarmatiene, în timp ce malul stîng este acoperit cu depozite loessoide cu grosimi însă reduse. Într-o mică rîpă din acest sector am avut posibilitatea să examinăm unele caractere pe care le prezintă depozitele loessoide (fig. 1).

Cîteva profile geologice executate spre nord (Lazu) sau vest (Cumpăna) ne-au confirmat grosimile mici, în unele cazuri, lipsa completă a depozitelor loessoide. De altfel, concepția exprimată în multe lucrări geologice asupra regiunii privind dezvoltarea continuă a loessurilor pe toată suprafața Dobrogei sudice, va trebui revizuită deoarece o cartare detaliată arată că acestea ocupă suprafete mai mici, iar sub învelișul de sol

Fig. 1. — Valea Agigea — deschidere în versantul nordic.

Vallée d'Agigea — affleurement dans le flanc septentrional.

a. sol ; b. loess jaunâtre, saljeunneux ; c. loess altéré, argileux, à concrétiions calcaires et veinules de calcite ; d. paléosol — horizon argileux.



actual, în foarte multe puncte se intră direct în formațiuni antecuaternare. O cercetare amănunțită a zonei Agigea confirmă acest punct de vedere și totodată mai pune în evidență un fapt. În faleză loessurile au grosimi de cca 10-15 m și această îngroșare, uneori chiar mai accentuată se constată în toată zona litoralului. Dintr-un profil WNW-ESE la Agigea, între localitate și malul mării, această situație se explică prin faptul că faleza săpată în calcare sarmatiene prezintă, în realitate, o poziție situată ceva mai spre interiorul podișului. În timpul Cuaternarului pe acest relief sarmatian se

depuții loessuri cu grosimi mai mari în zona litoralului unde vechea faleză sarmatiiană favorizează acumularea materialului loessoid (fig. 2). Faciesul și structura depozitelor cuaternare se poate urmări în faleza de la Agigea din care am ales, pentru prezentare, un profil situat în dreptul Institutului Român pentru Cercetări Marine (fig. 3). Succesiunea loessurilor și paleoso-

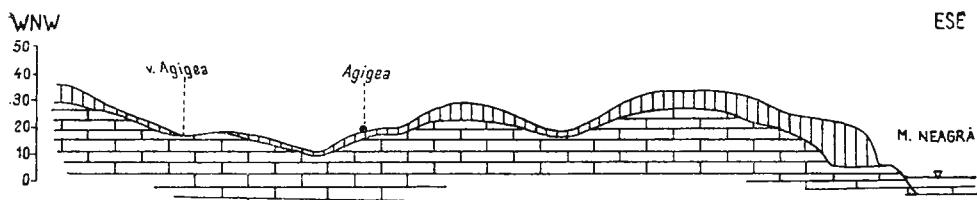


Fig. 2. — Profil schematic între Agigea și Marea Neagră.

Coupe schématique entre Agigea et la Mer Noire.

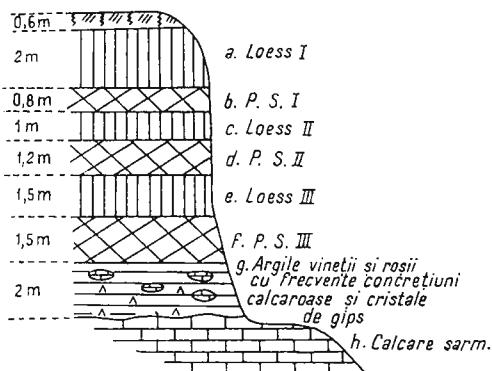


Fig. 3. — Deschiderea în faleză; Institutul de cercetări marine.

a, loess I; b, paleosol I; c, loess II; d, paleosol II; e, loess III; f, paleosol III; g, argile vinetei și roșii cu frecvențe concrețiuni calcaroase și cristale de gips; h, calcare sarmatiens.

Affleurement dans la falaise; Institut des recherches marines.

a, loess I; b, paléosol I; c, loess II; d, paléosol II; e, loess III; f, paléosol III; g, argiles violacées et rouges à fréquentes concrétions calcaires et cristaux de gypse; h, calcaires sarmatiens.

Iurilor se încheie în bază cu un orizont de argile verzi și roșii cu multe cristale de gips și concrețiuni mari de calcar, orizont care corespunde la ceea ce s-a separat în Dobrogea drept Pleistocen inferior. Menționăm încă o dată că acest orizont lipsește spre vest, în zona localității.

Considerații hidrogeologice

În depozitele mezozoice care intră în alcătuirea cuverturii sedimentare a Dobrogei de sud sunt acumulate importante resurse de apă subterane. Recentul program de cercetări prin foraje întreprins de I.F.L.G.S. asupra apelor de adâncime din Jurasicul superior este în curs de execuție,

iar rezultatele de pînă acum confirmă prezența marilor resurse acvifere din Mezozoic (Vasilescu, Matei, 1969)³. În cele ce urmează ne vom referi însă la observațiile legate de hidrogeologia depozitelor sarmațiene, deoarece pentru zona Agigea, apele subterane din Sarmatian constituie rezerva imediată și destul de importantă.

În general pentru Dobrogea de sud a existat tendința de a separa mai multe orizonturi acvifere în cadrul Sarmatianului în funcție de poziția pe care acestea o ocupă în succesiunea litologică. De la denumirea de infrasarmatic și mediosarmatic s-a considerat că stratele acvifere respective sunt acumulate în Sarmatianul inferior și mediu (Măcovici, 1923).

Cercetări ulterioare asupra geologiei regiunii (Chiriac, 1958-1963)⁴ au precizat că în Dobrogea, Sarmatianul este reprezentat prin Besarabian și Kersonian. Cartările hidrogeologice executate în ultimul timp (Ghenea și Ghenea, 1970)⁵ au condus la constatarea că în Sarmatianul din această unitate se dezvoltă, în general, un singur strat acvifer. Chiar în zonele sudice, unde grosimea depozitelor sarmațiene este mai mare, lipsa unui orizont impermeabil între Sarmatianul mediu și superior determină ca în calcarele și gresiile atribuite acestui interval să se dezvolte o rețea acviferă unică. Acumularea apelor din precipitații se face direct prin infiltrări pe suprafața calcarelor sarmațiene acoperite de un strat de loess subțire, strat care lipsește însă în foarte multe sectoare. Precizând tipul litologic al depozitului colector, subliniem prezența în cea mai mare parte a regiunii a calcarelor lumașelice și oolitice de regulă fisurate, iar în unele cazuri chiar carstificate. Prezența unei circulații cu regim de carst este dovedită prin unele mici escavații în calcarele care aflorează în regiune, goluri care reprezintă vechi nivele de drenaj ale apelor din carst. În zona Agigea calcaiele sarmațiene au grosimi cuprinse între 20-30m, grosime care crește ușor spre vest. Din aflorimente și din forajele de mică adâncime executate în regiune, nu s-a constatat prezența unui orizont argilos impermeabil în baza Sarmatianului, aşa cum apare în aflorimentele dintr-o zonă vestică (Siminoc). La baza calcarelor sarmațiene se dezvoltă însă un strat acvifer continuu care se poate urmări pe o suprafață destul de mare la vest, nord și sud de Agigea. În baza Sarmatianului, în forajele de la Agigea, s-au întlnit cretele senoniene care funcționează în acest caz

³ G. Vasilescu. Silvia Matei. Proiect privind continuarea lucrărilor de cercetare hidrogeologică prin foraje în Dobrogea de sud. 1969. Arh. Inst. Geol. București.

⁴ M. Chiriac. Rapoarte geologice privind Dobrogea de sud 1958-1963. Arh. Inst. Geol. București.

⁵ Ana Ghenea, C. Ghenca, Rozette Ianc. Cercetări hidrogeologice și hidrochimice în zona Medgidia-Constanța. 1970. Arh. Inst. Geol. București.

ca substrat impermeabil. Faptul pare curios, deoarece în zona Murfatlar creta senoniană de la partea superioară este alterată și permite dezvoltarea unui strat acvifer freatic destul de important.

Observații repetate la Agigea și în împrejurimi în fintinile care exploatează apele freatiche ne-au confirmat însă că acestea sunt acumulate în calcarele sarmațiene, la partea superioară a cretelor senoniene. Din harta hidrogeologică a zonei Agigea (pl. I) reiese că stratul acvifer din Sarmățian cu nivele hidrostatice cuprinse între 4-19 m, are o direcție de curgere în general vest-est, apele fiind drenate de lacul Agigea și de mare. Regimul hidric al lacului Agigea este puternic influențat de această alimentare din subteran, depozitele sarmațiene având o capacitate de debitare destul de însemnată.

Pentru litoralul de la sud de Constanța necesitățile tot mai sporite, în ultimul timp, de ape potabile sunt soluționate folosindu-se pe cît este posibil captările de ape din Sarmățian suplimentate cu debite provenite din captările existente în zona lacului Siutghiol (Jurasic superior-Cretacic inferior).

Pentru aprecierea potențialului productiv al apelor acumulate în Sarmățianul din regiunea studiată ne vom folosi de datele obținute la două captări precum și de unele foraje executate la Agigea. La Biruința se exploatează prin trei foraje apele din Sarmățian cu un debit de cca 65 l/sec., însă posibilitățile de exploatare sunt mai mari. Sursa Tatlageac, care alimentează stațiunile din zona Mangalia obține din Sarmățian printr-o captare de 6 foraje ape cu debite însumate de 300 l/s.

La Agigea au fost executate de I.F.B. în anul 1963 cîteva foraje care au probat capacitatea de debitare a Sarmățianului. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 1.

Din datele prezentate se poate aprecia că, în acest sector al Dobrogei sudice capacitatea de debitare a stratului acvifer sarmațian este destul de

TABELUL 1
Date rezultate din foraje

Foraj	Limită Sm/K	Adincimea NH m	Debit/Denivelare Q/s t/s/m
1	21	5	11/10
2	19,50	7	18/1
3	26,25	12,75	19,4/1,15
4	18,0	4,2	33,4/1,30
5	30,5	15,0	11/4

mare, chiar în condițiile în care giosimile depozitelor respective înregistrează valori mai reduse ca în zona Agigea.

La Agigea, drenarea stratului acvifer din vecinătatea lacului este dovedită în primul rînd prin izvoarele care apar în unele sectoare ale malului și care se continuă și sub nivelul lacului. Într-adevăr săpături efectuate în partea nordică a lacului pentru amenajarea unor stații de pompare a apei, au pus în evidență puternice izvoare care vin din calcarale fisurate aflate în culcușul lacului.

În afara acestui fapt, aportul din subteran în lac este dovedit însă de evoluția lacului Agigea. Din constatăriile personale făcute în zona lacului în perioada 1969-1971 a reieșit că nivelul lacului a crescut în mod sensibil astfel că sectoare ale malului care niciodată nu au fost inundate, sunt în prezent acoperite de ape. Lacul s-a extins în ultimii ani spre vest. Măsurători sistematice efectuate de Institutul de Meteorologie și Hidrologie în perioada 1964-1969 au confirmat, prin calculul bilanțului hidric, un aport din subteran de cca 10 l/s (Nicolaie, 1969; Breier, A 1970). Există însă elemente care ne îndreptătesc să considerăm că în ultimii doi ani (1970-1971) acest drenaj al apelor din calcarale sarmațiene este de fapt mult mai important. În vara anului 1971, prin trei pompe amplasate în lac, se extrăgea pentru irigarea suprafețelor cultivate un debit de cca 300 l/s. La aceste consumuri mari se adaugă și picăderile din lac prin evaporație precum și înfiltrările prin cordonul litoral din lac spre mare. Cu toate aceste deficituri media nivelului lacului a crescut de la 0,98 m în anul 1969 la 1,39 m în anul 1970 și la 1,58 m în 1971. Un calcul aproximativ făcut pentru anul 1965 și anul 1970 arată că numai în această perioadă volumul apei s-a dublat.

Deoarece în această perioadă există și date privind cantitatele de precipitații căzute în lac (conform măsurătorilor efectuate de Institutul de Meteorologie și Hidrologie), suntem de părere că alimentarea din subteran în lac este de ordinul a 20-30 l/s.

ACESTE raporturi hidrogeologice constatate în zona Agigea caracterizează și sectorul Techirghiol. În ultimii ani AFLUXUL puternic de ape subterane din depozitele sarmațiene aflate în zona lacului către lac au determinat o creștere a nivelului acestuia cu cca 1 m, paralel cu o reducere importantă a mineralizației lacului (Slăvocă, 1965)⁶. Dacă în acest caz scăderea mineralizației constituie o evoluție nedorită, ținând seama de diminuarea caracterului terapeutic al apelor lacului și al peloidelor depuse,

⁶ D. Slăvocă. Studiu hidrogeologic în zona lacului Techirghiol. Comunicare ținută la Simpozionul de ape minerale de la Băile Herculane din octombrie 1971.

la Agigea relațiile hidrochimice constatate în prezent pot fi privite dintr-un alt punct de vedere.

Caracterizare hidrochimică

Datele hidrochimice de care se dispune în prezent permit obținerea unor concluzii privind evoluția din punct de vedere hidrochimic a zonei

TABE
Date privind chimismul lacului

Nr. prob.	Anul recol.	Amplasament	Mineraliz. totală mg/l	ANIONI											
				Cl ⁻			SO ₄ ²⁻			HCO ₃ ⁻			NO ₃ ⁻		
				mg/l	me/l	% me	mg/l	me/l	% me	mg/l	me/l	% me	mg/l	me/l	% me
1	1930	Lacul Agigea	52 555,2	2 3952,4	675,48	38,8	302,5	172,84	9,9	1 311,2	21,49	1,3	—	—	—
2	1963	Lacul Agigea	6 948,6	2 109,9	59,50	27,9	890,3	18,53	8,7	1 744,6	28,60	13,4	—	—	—
3	31-I-1969	Lacul Agigea	1 769,7	330,0	9,29	17,5	295,4	6,15	11,7	597,4	10,19	19,3	50,0	0,80	1,5
4	25-IV-1969	Lacul Agigea	2 484,6	674,0	18,98	24,6	362,0	7,54	9,8	670,0	11,97	15,6	—	—	—
5	19-VII-1969	Lacul Agigea	1 964,7	584,0	16,45	25,5	279,7	5,82	9,0	437,0	10,00	15,5	—	—	—
6	20-XI-1969	Lacul Agigea	2 071,7	920,0	25,91	36,6	260,0	5,41	7,6	182,0	4,16	5,9	—	—	—
7	24-V-1970	Lacul Agigea	1 923,6	476,0	13,40	22,9	225,8	4,70	8,0	615,0	11,26	19,1	—	—	—
8	1969	Lacul Agigea	2 182,8	605,3	17,05	26,0	255,3	5,32	8,1	632,6	10,37	15,9	—	—	—
9	1969	Lacul Agigea	1 868,4	464,3	13,08	24,0	215,4	4,49	8,3	588,0	9,64	17,7	—	—	—
10	1969	Lacul Agigea	2 229,1	618,8	17,43	25,9	248,7	5,18	7,7	677,1	11,10	16,4	—	—	—
11	1969	Lacul Agigea	2 250,3	606,7	17,09	26,0	242,1	5,04	7,6	659,4	10,81	16,4	—	—	—
12	1971	Lacul Agigea	2 566,8	649,6	18,30	24,2	252,7	5,26	7,0	858,9	14,08	18,6	9,0	0,15	0,2
13	1971	Lacul Agigea	2 546,9	651,8	18,36	24,5	242,8	5,06	6,8	847,3	13,89	18,5	9,4	0,15	0,2
14	1971	Lacul Agigea	2 547,0	651,1	18,34	24,6	228,4	4,76	6,4	858,9	14,08	18,9	4,8	0,08	0,1
15	1971	Lacul Agigea	2 389,9	587,9	16,56	23,9	225,1	4,69	6,8	813,1	13,33	19,2	5,8	0,09	0,1

¹ Analiza efectuată de P. Petrescu.



și lacului Agigea în ultimii cincizeci de ani. Prima analiză completă a apelor lacului Agigea a fost executată în anul 1930 de P. Petrescu (Crasu et al., 1953 – tab. 2) și ea indică o mineralizație totală de peste 52 g/l. Apele, care se încadrau la tipul hidrochimic cloruro-sulfatic-natric (fig. 4) corespundeau unor ape foarte concentrate, având un conținut în

LUL 2

Agigea în perioada 1930–1971

CATIONI												H ₂ SO ₄ mg/l	CO ₂ lib. mg/l	Dur. tot. °germ	pH					
Na ⁺ + K ⁺			Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺			Fe ⁺⁺											
mg/l	me/l	% me	mg/l	me/l	% me	mg/l	me/l	% me	mg/l	me/l	% me									
17 431,2	751,08	43,05	15,0	0,75	0,05	1452,2	119,43	6,9	8,8	0,31	—	8,0	6,9	—	9,2-9,5					
1 886,4	80,94	38,1	25,0	1,25	0,6	292,4	24,05	11,3	—	—	—	—	—	—	—					
333,3	14,22	26,9	91,6	4,58	8,6	91,9	7,65	14,5	0,1	—	—	—	—	34,5	8,1					
624,9	26,44	34,3	21,6	1,08	1,4	132,0	11,00	14,3	0,1	—	—	—	—	83,9	8,6					
544,3	23,23	36,0	17,7	0,88	1,3	98,0	8,16	12,7	—	—	—	—	—	25,4	9,4					
523,6	21,51	30,3	46,4	2,32	3,3	139,7	11,64	16,4	—	—	—	—	—	39,2	8,6					
485,4	20,29	34,5	30,0	1,50	2,5	91,4	7,61	13,0	—	—	—	—	—	25,6	8,6					
553,4 ²	24,06	36,8	14,7	0,73	1,1	96,8	7,95	12,1	0,1	—	—	—	24,6	24,3	7,0					
430,8	18,73	34,4	38,4	1,91	3,5	80,0	6,57	12,1	—	—	—	—	51,5	23,8	6,0					
567,4	24,67	36,6	18,0	0,90	1,4	99,1	8,14	12,0	—	—	—	—	—	25,3	8,0					
555,7	24,16	36,7	16,9	0,84	1,3	96,7	7,94	12,0	—	—	—	—	—	24,6	8,0					
603,7	26,25	34,8	26,0	1,30	1,7	124,7	10,24	13,5	0,2	—	—	22,9	19,1	32,4	7,0					
596,6	25,94	34,6	23,1	1,15	1,5	126,3	10,37	13,9	0,1	—	—	18,7	30,8	32,3	7,0					
570,9	24,82	33,3	24,8	1,24	1,7	136,4	11,20	15,0	—	—	—	19,6	52,1	34,9	7,0					
535,2	23,27	33,6	35,0	1,75	2,5	117,5	9,65	13,9	—	—	—	15,1	55,2	32,0	7,0					
4310,9	187,43	39,2	195,4	9,75	2,0	509,7	41,85	8,8	—	—	—	24,4	16,9	144,7	7,5					

² Analiza efectuată de Institutul Balneologic București.^{3,7} Analize menționate de A. Breier.

săruri de patru ori mai mare decât cel constatat la apele Mării Negre. La Agigea, în anii 1935-1936 apa mării conținea între 13-17 g/l (în prezent o analiză chimică efectuată în 1971 ne-a indicat o mineralizație de 13,89 g/l — tab. 2). În acel timp, datorită evaporației intense și unui regim redus de precipitații, lacul Agigea era un liman cu ape mineralizate foarte asemănătoare cu Techirghiolul având de fapt aceeași geneză dar care în continuare va evoluă diferit. În timp ce lacul Techirghiol își păstrează caracterul de lac foarte concentrat în ceea ce privește mineralizația (mineralizația lui a oscilat între 1893-1963 în limite foarte restrinse 70-90 g/l), lacul Agigea are o altă evoluție hidrochimică. Analiza chimică a apelor lacului executată în anul 1963 de Institutul de Balneologie stabilește un conținut total de săruri de cca 7 g/l (tab. 2). Tipul chimic corespunzător acestei faze intermediare în evoluția lacului, este cel cloruro-bicarbonatic-sulfatic-natrono-magnezic (fig. 4).

În ultimii ani, să cum am subliniat, lacul Agigea datorită unei alimentări excesive, își mărește mult volumul de apă. În fază actuală apele lacului au o mineralizație totală de numai 1,8-2,5 g/l și aparțin tipului cloruro-bicarbonatic-natrono-magnezic (fig.4).

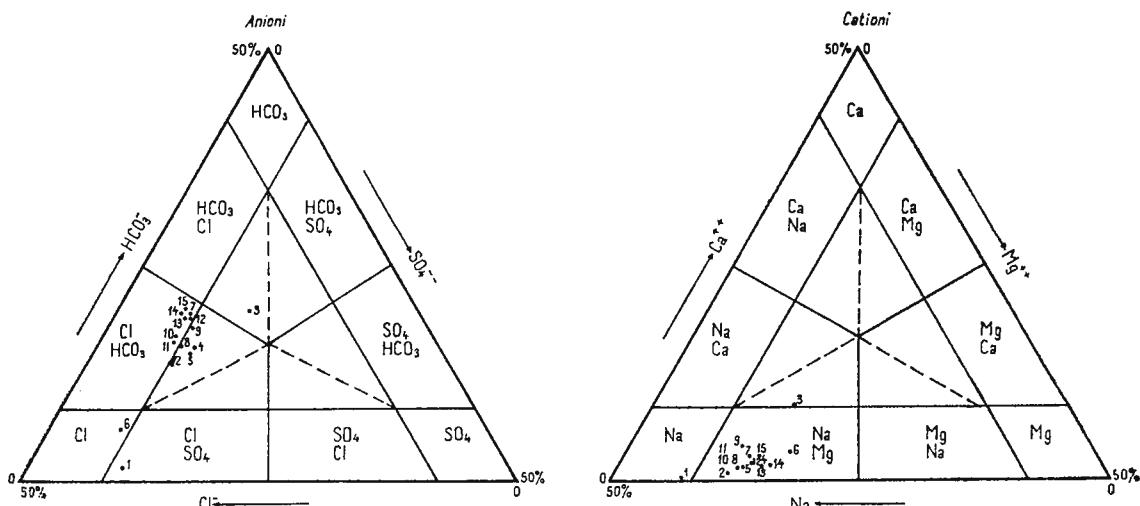


Fig. 4. — Reprezentarea chimică a apelor lacului Agigea (1930—1971).
Réprésentation chimique des eaux du lac d'Agigea (1930—1971).

Analize chimice asupra probelor de ape prelevate din lac, evidențiază mici variații în funcție de poziția punctului de apă analizat. Probele

recoltate din marginea cordonului litoral (12, 13, 14-tab. 2) prezintă cea mai ridicată mineralizație față de restul lacului ajungînd la 2,5 g/l. Dintre anioni predomină ionul Cl^- (24,5 %) și ionul HCO_3^- (18 %), iar dintre cationi Na^+ (34 %) și Mg^{++} (15 %). Compoziția reflectă, fără îndoială, influența infiltrărilor care se produc rareori în sens invers, din mare spre lac.

Un conținut asemănător în ioni prezintă și o probă recoltată din partea de nord a lacului (pr. 15) dar mineralizația este mai redusă (2,3 g/l). Mineralizația scade spre centrul lacului (pr. 10) ajungînd la 2,2 g/l și un conținut de Cl^- de 25 %, HCO_3^- – 16 %, iar dintre cationi predominant e Na^+ (36 %).

Probele de apă recoltate din partea de sud a lacului, (8,9) prezintă cea mai scăzută mineralizație, respectiv 1,8 g/l și 2,1 g/l. În proba nr. 9 se observă o ușoară scădere a conținutului de Cl^- (24 % față de 26 %) și o creștere a HCO_3^- (17 % față de 15 %).

Pentru a înțelege dinamica proceselor hidrochimice din lacul Agigea și eventual a stabili sensul evoluției în continuare a apelor acestuia, am executat o serie de analize chimice asupra apelor subterane din depozitele sarmațiene care sunt drenate în lac. Probele recoltate din izvoarele și fântânilor din zona stațiunii au arătat o mineralizație cuprinsă între 1,9 g/l și 2,3 g/l (tab. 3). O singură probă (pr. 19) are o mineralizație mai scăzută – 1,3 g/l, ea provenind din apele acumulate în depozitele sarmațiene care intră în alcătuirea versantului sudic al lacului (sectorul unde debitele subterane asigură un aflux mai accentuat în lac). Din diagrama pe care s-au reprezentat analizele chimice ale acestor ape subterane (fig. 5) reiese că ele aparțin aceluiași tip hidrochimic ca al apelor lacului : cloruro-bicarbonato-natron-magnezic. Compoziția chimică este de asemenea foarte apropiată : Cl^- se găsește într-o proporție de 14–23 %, HCO_3^- 12–18 %, Na^+ 18–33 %, Mg^{++} 11–15 %. Acest fapt determină, ca pe diagrama chimică, compozițiile apelor lacului și apelor subterane să se suprapună (fig. 6). Din aceste observații, s-ar părea că apele diferite genetic – lacul corespunzînd unui liman marin și ape subterane din depozite care alimentează lacul, aparțin hidrochimic aceleiași familii. Înainte de a răspunde definitiv la această problemă, ne vom referi la unele constatări privind chimismul apelor subterane din formațiunile sarmațiene identificate într-o regiune învecinată. Pentru aceasta am analizat chimic mai multe probe recoltate conform figurii nr. 7. Din aceste analize rezultă că apele au o mineralizație sensibil mai redusă față de apele subterane din zona Agigea, mineralizație cuprinsă între 0,8–1,5 g/l (tab. 4) și o scădere a Cl^- (7–19%). Dintre cationi, Na^+ intră într-o proporție mai mică (0,5–22 %) în majoritatea

TABEL
Analizele chimice ale apelor

Nr. prob.	Anul recolt.	Amplasament	Mineraliz. totală mg/l	A N I O N I											
				Cl ⁻			SO ₄ ²⁻			HCO ₃ ⁻			NO ₃ ⁻		
				mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me
16	1971	Agigea-sat	2 296,6	528,6	14,89	22,6	256,8	5,35	8,1	520,9	8,54	13,0	260,0	4,19	6,3
17	1971	V. Agigea-izvor	2 347,4	485,3	13,67	20,1	427,5	8,91	13,0	664,3	10,89	16,0	38,0	0,61	0,9
18	1971	Agigea-sat	1 960,9	270,1	7,61	14,3	216,0	4,50	8,5	603,9	9,9	18,6	284,0	4,58	8,6
19	1971	Agigea-sat	1 315,8	303,2	8,54	22,8	108,6	2,26	6,0	386,1	6,33	16,9	100,4	1,62	4,3
20	1971	Agigea-sat	1 976,5	344,7	9,71	17,6	167,1	3,48	6,3	406,3	6,66	12,0	484,0	7,81	14,1
21	1969	Conton Agigea	2 042,6	499,1	14,06	23,5	267,2	5,57	9,3	632,6	10,37	17,2	—	—	—
F ₁	1963	Agigea	1 245,1	272,0	7,66	41,8	169,9	3,54	19,3	430,0	7,05	38,5	5,0	0,08	0,4
F ₂	1963	Agigea	1 068,0	212,0	5,97	37,8	124,6	2,60	16,5	430,0	7,05	44,7	10,0	0,16	1,0
F ₃	1963	Agigea	1 109,5	204,0	5,75	35,9	132,5	2,76	17,2	450,0	7,38	46,1	8,0	0,13	0,8
F ₄	1963	Agigea	1 176,6	218,0	6,14	36,0	162,9	3,39	19,8	450,0	7,38	43,2	10,0	0,16	1,0
F ₅	1963	Agigea	1 119,2	200,0	5,63	34,8	147,7	3,08	19,1	444,5	7,29	45,1	10,0	0,16	1,0

Datele privind probele de ape din foraje (F₁ – F₅) luate din arhiva I.F.B.

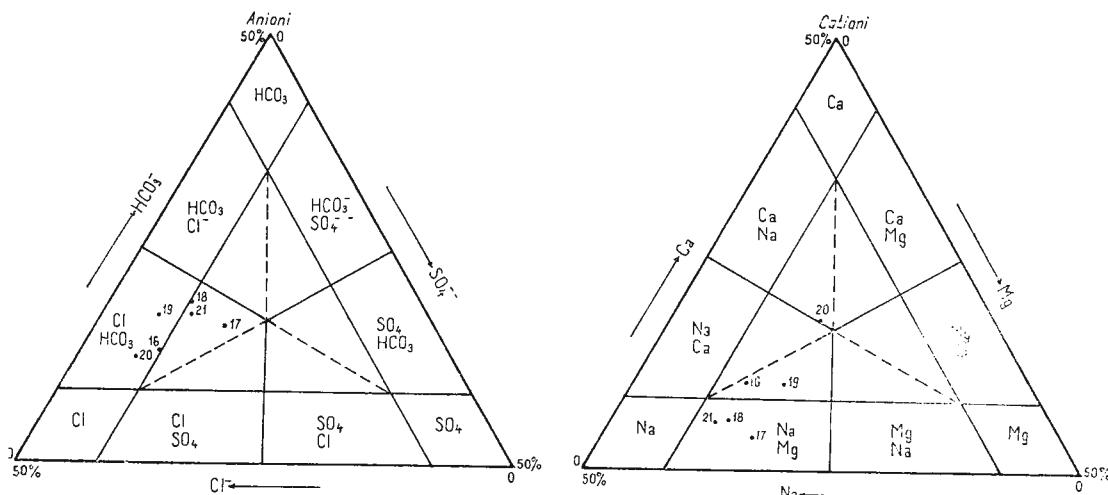


Fig. 5. — Reprezentarea chimică a apelor subterane din zona Agigea.
Représentation chimique des eaux souterraines de la zone d'Agigea.

Fig. 6 — Reprezentarea combinată a chimismului lacului Agigea și a unor ape subterane din Dobrogea de sud.

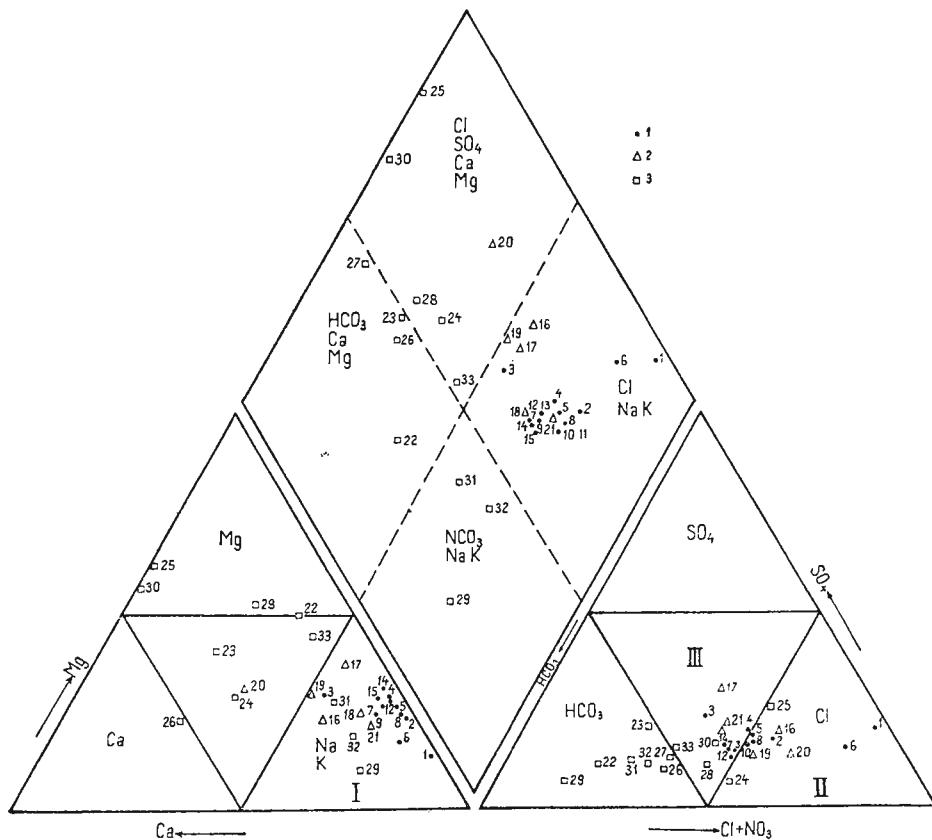
1, Lacul Agigea; 2, ape subterane din zona Agigea; 3, ape subterane din Sarmatianul Dobrogei de sud. I : 8,10, 10,11 (proiecția probelor în același punct); 12, 13 (proiecția probelor în același punct). II : 10, 11 (proiecția probelor în același punct). III : 12, 13 (proiecția probelor în același punct).



LUL 3

subterane din zona Agigea

C A T I O N I												H ₂ S ₁ O ₃	CO ₂ lib.	Dur. tot.	pH
Na ⁺			Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺			Fe ⁺⁺						
mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	mg/l	%germ	
431,7	18,77	28,4	137,8	6,88	10,5	89,2	7,32	11,1	—	—	—	20,2	51,0	39,8	6,5
486,2	21,14	31,0	54,2	2,70	4,0	124,7	10,24	15,0	—	—	—	19,5	47,7	36,3	6,5
395,6	17,20	32,4	62,6	3,12	5,8	76,4	6,27	11,8	—	—	—	18,2	34,1	26,3	7,0
216,4	9,41	25,1	76,2	3,80	10,1	67,5	5,54	14,8	—	—	—	19,1	38,3	26,2	7,0
227,0	9,87	17,8	184,1	9,19	16,6	104,7	8,60	15,6	—	—	—	19,2	39,4	49,9	6,5
463,9	20,17	33,6	64,4	3,21	5,4	80,6	6,62	11,0	—	—	—	13,5	21,3	27,6	7,5
216,9	9,43	51,4	70,1	3,50	19,1	65,8	5,40	29,5	—	—	—	—	15,4	25,4	7,6
130,4	5,67	35,9	96,6	4,82	30,5	64,4	5,29	33,6	—	—	—	—	—	28,8	8,7
139,4	6,06	37,8	88,0	4,39	27,4	67,8	5,57	34,8	—	—	—	—	19,8	28,4	7,7
158,7	6,90	40,4	79,2	3,95	23,1	75,8	6,22	36,5	—	—	—	—	22,0	29,0	6,5
171,1	7,44	46,0	61,9	3,09	19,1	68,6	5,63	43,9	—	—	—	—	15,4	24,9	7,8



Représentation combinée du chimisme du lac d'Agigea et de certaines eaux souterraines de Dobrogea de S.

1. Lac d'Agigea; 2, eaux souterraines de la zone d'Agigea; 3, eaux souterraines du Sarmatiens de la Dobrogea des échantillons du même point); 12, 13 (projection des échantillons du même point). II: 10, 11 (projection des échantillons du même point); III: 12, 13 (projection des échantillons du même point).

TABELA

*Analize chimice privind cîteva probe de
(Dobrogea)*

Nr. prob	Anul re- colt.	Amplasament	Mineraliz. totală mg/l	A N I O N I											
				Cl ⁻			SO ₄ ²⁻			HCO ₃ ⁻			NO ₃ ⁻		
				mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me
22		Lazu	1 409,4	239,6	6,75	17,2	91,4	1,90	4,8	570,3	9,35	23,8	102,5	1,65	4,2
23		Izvorul Cișmele	941,8	124,1	3,49	13,7	117,3	2,44	9,6	402,7	6,60	25,7	16,0	0,25	1,0
24	1969	Straja	945,0	117,9	3,32	13,6	3,70	0,77	3,1	329,4	5,40	22,0	172,0	2,77	11,3
25	1969	Siminoc	1 553,2	315,9	8,90	19,0	273,6	3,70	12,1	294,0	4,82	10,3	246,4	4,04	8,6
26	1969	Ciobănița	893,1	52,5	1,48	6,7	46,5	0,97	4,3	370,9	6,08	27,3	162,5	2,62	11,7
27		Osmancea	1 074,1	77,0	2,17	8,2	81,9	1,71	6,4	406,9	6,67	25,0	172,0	2,77	10,4
28	1969	Topraisar	1 424,7	233,2	6,57	16,5	81,1	1,69	4,2	546,6	8,96	22,4	172,0	2,77	6,9
29		Casicea	884,3	52,2	1,47	6,4	24,3	0,50	2,2	552,0	9,05	39,8	23,0	0,37	1,6
30		Amzacea	1 078,2	153,4	4,32	14,0	120,6	2,51	8,2	356,2	5,84	18,9	172,0	2,77	8,9
31		Biruința	1 022,2	96,2	2,71	10,0	71,6	1,49	5,5	495,3	8,12	30,2	71,8	1,16	4,3
32		Dulcești	1 044,7	145,9	4,11	15,0	63,4	1,32	4,8	490,4	8,04	29,3	15,5	0,25	0,9
33		Techirghiol izvor	923,0	166,5	4,69	19,4	72,4	1,51	6,3	359,3	5,89	24,3	—	—	—

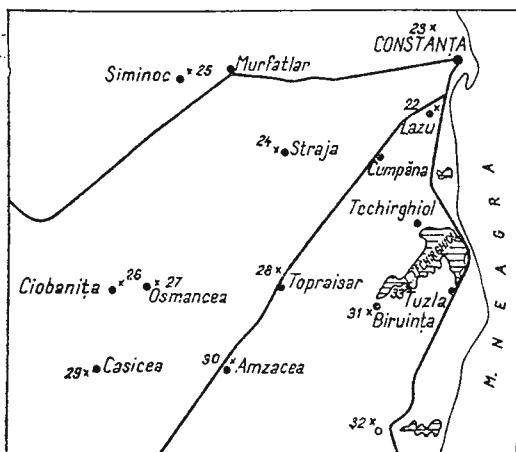


Fig. 7. — Schița amplasamentelor probelor de apă recoltate din apele subterane din Sarmatian.

Esquisse des emplacements des échantillons d'eau recueillis des eaux souterraines du Sarmatien.

LUL 4

ape subterane din depozitele sarmatiene
de Sud)

C A T I O N I												H_2S, O_3	CO_2 lib.	Dur. tot.	pH
Na ⁺			Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺			Fe ⁺⁺			mg/l	mg/l	°germ	
mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	me/l	%me	mg/l	mg/l		
169,7	7,38	18,8	48,6	2,42	6,2	120,0	9,85	25,0	—	—	—	25,5	41,8	34,4	7,0
73,5	3,19	12,5	88,2	4,40	17,2	63,2	5,18	20,3	0,2	—	—	—	—	27	
96,8	4,21	17,2	90,1	4,49	18,3	43,3	3,56	14,5	—	—	—	31,7	26,8	22,6	7,0
—	—	—	177,3	8,85	18,9	177,6	14,61	31,1	—	—	—	36,3	32,1	65,8	7,0
70,1	3,05	13,7	112,1	5,59	25,1	30,5	2,51	11,2	—	—	—	23,4	24,6	22,7	7,5
22,1	0,96	3,6	247,8	12,36	46,4	—	—	—	—	—	—	31,0	35,4	34,6	7,0
121,7	5,29	13,2	83,5	4,17	10,4	128,0	10,53	26,4	—	—	—	17,9	40,7	41,2	6,5
119,4	5,19	22,8	22,2	1,11	4,9	61,9	5,09	22,3	—	—	—	20,3	9,0	17,4	7,5
3,9	0,17	0,15	129,7	6,47	21,0	107,0	8,80	28,5	—	—	—	13,0	22,4	42,8	7,0
180,3	7,84	29,1	41,9	2,09	7,8	43,2	3,55	13,1	—	—	—	16,4	5,5	15,8	7,5
212,1	9,22	33,6	32,9	1,64	6,0	34,2	2,84	10,4	0,7	0,02	0,1	20,3	29,3	12,6	7,5
198,3	8,62	35,7	46,3	2,31	9,5	14,1	1,16	4,8	—	—	—	34,0	32,1	9,7	6,0

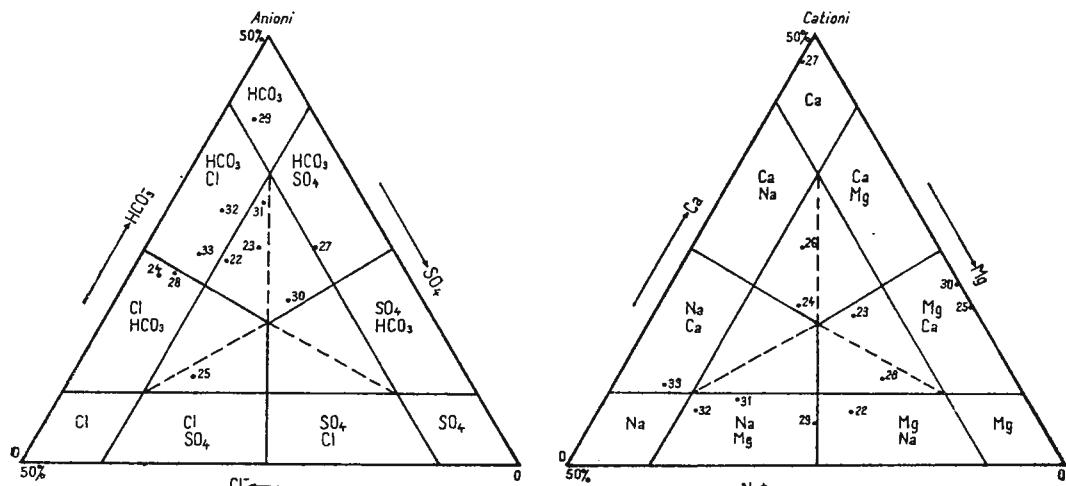


Fig. 8. — Reprezentarea chimică a unor ape subterane din depozitele sarmatiene (Dobrogea de sud).

Représentation chimique de certaines eaux souterraines des dépôts sarmatiens (Dobrogea de S).

probelor, exceptie făcind probele 31, 32, 33 unde Na^+ continuă să atingă procente însemnate (29–35%). Toate probele analizate din această regiune ne-au indicat un conținut mai ridicat de Mg^{++} (4–31%) și Ca^{++} (4–46%) față de cel constatat la apele subterane de la Agigea. Interesant de se înnalat este și faptul că tipul hidrochimic al apelor subterane acumulate în depozitele sarmatiene din Dobrogea sudică este bicarbonato-cloruric-natron-magnezic și bicarbonato-cloruric-magnezo-calcic (fig. 8). Se constată deci o neconcordanță între gradul de mineralizație și tipul hidrochimic al apelor subterane din zona Agigea și al apelor subterane din depozitele sarmatiene din restul Dobrogei de sud.

Existența unor ape mai mineralizate la Agigea și de un tip hidrochimic identic cu cel constatat la apa lacului, trebuie pusă în legătură cu modificările survenite ca urmare a amestecului apelor lacului folosite din ce în ce mai intens la irigații, cu apele subterane care circulă în calcarele sarmatiene din zona lacului. O dovedă în acest sens o constituie analizele chimice asupra unor probe recoltate din forajele executate în 1963 de întreprinderea Foraje București. În această perioadă, cînd apele lacului nu erau folosite la irigații (gradul ridicat de mineralizare al lacului la acea dată excludea aceasta) probele recoltate din apele cantonate chiar în formațiunile din malul lacului indicau o mineralizație de numai 1–1,2 g/l și un tip hidrochimic identic cu cel constatat azi la apele subterane din Sarmatiianul Dobrogei de sud. Reducerea mineralizației lacului din ultimii ani ca urmare a unei alimentări intense din subteran, a contribuit ca apele lacului să fie utilizate din ce în ce mai mult la irigarea suprafețelor agricole astfel ca, în prezent, chimismul apelor subterane din zona Agigea să fie influențat prin amestecul cu ape din lac.

În concluzia datelor chimice, se poate sublinia faptul că se observă o puternică modificare a chimismului lacului Agigea în perioada 1930–1971. Conținutul lacului în săruri a scăzut de la 52 g/l în 1930, la 7 g/l în 1963, pentru a se stabili la 1,8–2,5 g/l în anii 1969–1971. Tipul hidrochimic al apelor lacului s-a modificat de asemenea de la cloruro-sulfatic-natric (1930) la cloruro-bicarbonatic-sulfatic (1963), iar în prezent la tipul cloruro-bicarbonatic-natron-magnezic. Dispariția caracterului sulfatic și apariția celui magnezic se explică prin scăderea raportului $\gamma \text{SO}_4/\gamma \text{Cl}$ și mărirea raportului $\gamma \text{Mg}/\gamma \text{Ca}$. Într-adevăr, la un conținut ridicat în Cl și Na se găsesc în soluție cantități mari de ioni Ca, SO_4 și CO_3 . În cazul scăderii conținutului în Cl și Na (cf. evoluției lacului Agigea) o parte din ionii aflați în soluție precipită din cauza atingerii produsului de solubilitate, caracterul sulfatic se diminuează, iar raportul Mg/Ca crește.

Concluzii

În zona Agigea, în calcarele sarmațiene se dezvoltă un strat acvifer identificat prin foraje, fintini sau izvoare, având o direcție de curgere W-E. Forajele executate în versantul sudic al lacului au arătat o capacitate de debitare de 20-30 l/s pentru un singur puț, valoare care se înscrie în limitele constatare la sursele probate pînă în prezent în Sarmățianul Dobrogei de sud.

Din unele observații făcute asupra regimului lacului Agigea, a rezultat că, în ultimii ani (1965-1970) volumul apei s-a dublat.

Ținind seama de faptul că, în ultima perioadă de timp consumul apelor din lac a crescut foarte mult ca urmare a sistemului de irigații, creșterea totuși sensibilă a nivelului lacului se explică prin drenarea puternică exercitată de către lac asupra apelor subterane acumulate în Sarmățian.

Evoluția chimică a lacului Agigea în perioada 1930-1971 reflectă dinamica subterană a apelor din această regiune. De la o fază inițială (1930) corespunzînd unui liman cu ape concentrate (52 g/l) se trece printr-o etapă intermedieră în care apele au o mineralizație totală de 7 g/l (1963). Între anii 1969-1971, alimentarea excedentară a lacului prin aporturi subterane a dus la scăderea mineralizației astfel că lacul înregistrează în prezent o mineralizație foarte apropiată de limitele constatare la apele subterane care alimentează lacul. Studiul comparativ al chimismului apelor lacului și al apelor din depozitele sarmațiene din imediata vecinătate a lacului (drenate spre lac) pe de o parte și compoziția chimică a apelor acumulate în Sarmățianul din partea de sud-est a Dobrogei, pe de altă parte, arată o situație interesantă. De la o mineralizație în general redusă (0,5-1,5 g/l) și un tip hidrochimic predominant (bicarbonato-cloruric-natrono-magnezic și bicarbonato-cloruric-magnezo-calcic), cum se constată în general la apele subterane acumulate în depozitele sarmațiene din această parte a Dobrogei, în zona vecină lacului apele care circulă în Sarmățian au mineralizații mai ridicate (1,9-2,3 g/l) și prezintă un alt caracter hidrochimic. Explicația acestei anomalii constă în folosirea intensivă a irigațiilor cu ape din lac direct pe solul care acoperă calcarele sarmațiene determinînd în prezent o creștere a conținutului de săruri în apele subterane din zona Agigea precum și un tip hidrochimic identic cu cel constatat la apa lacului Agigea (cloruro-bicarbonatic-natrono-magnezic).

În perspectiva evoluției hidrochimice a lacului Agigea se poate prevedea că, în următorii ani, în condițiile unei alimentări continue și intense cu ape subterane din depozitele sarmațiene, lacul să-și reducă în continuare mineralizarea într-un grad însă mult mai redus decît cel realizat

pînă în prezent. Această încetinire în ritmul de desalinizare a apei se intemeiază pe constatarea că gradul de mineralizare actual al apei lacului (1,8-2,5 g/l) este foarte apropiat de cel al apelor subterane care alimentează lacul (0,8-1,5 g/l).

BIBLIOGRAFIE

- A v r a m e s c u E. (1968) Resurse de ape subterane exploataate în zona lacului Siut-Ghiol. *Studii de hidrogeologie* VI. C.S.A., I.S.C.H. Bucureşti.
- B r e i e r A. (1970) Raportul dintre caracteristicile morfometrice și morfografice ale lacurilor de pe litoralul românesc al Mării Negre. *Stud. cerc. geol. geof. geogr.* 2, XVII. Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti.
- C i o c i r d e l R., P r o t o p o p e s c u - P a c h e E m. (1955) Considerații hidrogeologice asupra Dobrogei. *St. tehn. econ. (Hidrogeologie)* 3, Bucureşti.
- C r a s u V., M a n o l e V., C o c i a s u E. (1953) Apele minerale din R.P.R. Partea a cincia *St. tehn. econ., B. (Chimie)* 38, Bucureşti.
- F l o r e a N. (1970) Metoda de prelucrare a datelor analizei chimice a apelor freatici în vederea clasificării și interpretării lor din punct de vedere pedologic. *St. tehn. econ. (Pedologie)* 16, Bucureşti.
- G h e n e a C., G h e n e a A n a (1970) Harta hidrogeologică sc. 1 : 100 000 foaia Mangalia. Inst. Geol. Bucureşti
- G i ș t e s c u P., B r e i e r A. (1969) Lacurile din Dobrogea. Geografia Dobrogei.
- M a c o v e i G. h. (1923) Relațiune sumară asupra hidrologiei Dobrogei de sud. *D.S. Inst. geol.* VI, (1914–1915). Bucureşti.
- N i c o l a e T. (1969) Considerații asupra regimului hidrologic al lacurilor de pe litoralul românesc al Mării Negre. Hidr. gosp. ape. meteor. 4.
- P i s o t a I., T r u f a ș V. (1971) Hidrologia R.S. România II. Lacurile României fasc. I. Centrul de multiplicare al Universității din Bucureşti.
- S c h o e l l e r H. (1962) Les eaux souterraines.
- V a s i l e s c u G. h., D r a g o m i r e s c u C., P i r v u M a r i a, M a t e i S i l v i a (1968) Noi surse de ape minerale în zona Mangalia. Sesiunea de comunicări geologice și tehnice. IGEX. 7–9 martie, 1968.

OBSERVATIONS HYDROGÉOLOGIQUES DANS LA ZONE D'AGIGEA

(Résumé)

L'ouvrage se propose de faire connaître les résultats des recherches hydrogéologiques et hydrochimiques effectuées dans la zone d'Agigea (partie SE de la Dobrogea). Dans ce secteur, dans les calcaires sarmatiens se développe une couche aquifère identifiée par des forages, puits et sources, ayant une direction d'écoulement du W à l'E et un niveau hydrostatique de 4 à 19 m. Les forages exécutés sur le versant méridional du lac ont révélé une capacité de débit



de 20–30 l/sec. pour un seul forage, valeur qui s'inscrit dans les limites constatées aux ressources examinées jusqu'à présent dans le Sarmatiens de la Dobrogea de S. La couche aquifère des calcaires sarmatiens est drainée par le lac d'Agigea, fait témoigné par les sources qui apparaissent dans certains secteurs du bord.

Quelques observations sur le régime du lac d'Agigea ont montré que pendant les dernières années (1965–1970) le volume de l'eau s'est doublé.

Tenant compte que pendant les derniers temps la consommation de l'eau du lac a extrêmement augmenté grâce au système d'irrigations, pourtant, cette augmentation assez sensible du niveau du lac peut être expliquée par le puissant drainage exercé par le lac sur les eaux souterraines accumulées en Sarmatiens, l'apport de l'eau du souterrain vers le lac est estimé à 20–30 l/sec.

L'évolution chimique de lac d'Agigea entre 1930–1971 reflète la dynamique souterraine des eaux de cette région. D'une phase initiale (1930) qui correspond à un liman à des eaux concentrées (52 g/l), on passe à une phase intermédiaire où les eaux ont une minéralisation totale de 7 g/l (1963). Entre 1969–1971, l'alimentation excédentaire du lac, par des apports souterrains, conduit à une diminution de la minéralisation, de sorte que le lac enregistre aujourd'hui une minéralisation très proche des limites constatées dans les eaux souterraines qui alimentent le lac. L'étude comparatif du chimisme des eaux du lac et des eaux des dépôts sarmatiens du voisinage du lac (drainés vers le lac), d'une part, et la composition chimique des eaux accumulées dans le Sarmatiens de la partie de SE de la Dobrogea, d'autre part, dénotent une situation intéressante. On a constaté que les eaux souterraines accumulées dans les dépôts sarmatiens de cette partie de la Dobrogea présentent une minéralisation en général réduite (0,8–1,5 g/l) et un type hydrochimique prédominant (bicarbonato-chlorurique-natron-magnésique et bicarbonato-chlorurique-magnésio-calcique), en tant que dans la zone voisine du lac, les eaux qui circulent dans le Sarmatiens ont des minéralisations plus élevées (1,9–2,3 g/l) et présentent un autre caractère hydrochimique.

L'explication de cette situation critique réside dans l'emploi intensif des irrigations avec de l'eau du lac directement sur le sol qui couvre les calcaires sarmatiens, déterminant à présent une augmentation du contenu des sels dans les eaux souterraines de la zone d'Agigea, ainsi qu'un type hydrochimique identique à celui décrit ci-dessus pour le lac d'Agigea (chloruro-bicarbonatique-natron-magnésique).

En perspective de l'évolution hydrochimique de lac on peut apercevoir que, durant les années suivantes, dans les conditions d'une alimentation ininterrompue et intense avec des eaux souterraines des dépôts sarmatiens, le lac diminuera sans interruption sa minéralisation, mais en un degré plus réduit que celui réalisé jusqu'à présent. Cett lenteur de l'action de désalinisation de l'eau est due au degré actuel de minéralisation de l'eau du lac (1,8–2,5 g/l) qui est très rapproché de celui des eaux souterraines qui alimentent le lac (0,8–1,5 g/l).

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Carte hydrogéologique de la zone d'Agigea.

1, calcaires sarmatiens aquifères ; 2, hydroisohypses de la couche aquifère du Sarmatiens ; 3, direction d'écoulement des eaux souterraines du Sarmatiens ; 4, forage qui a intercepté les eaux du Sarmatiens ; 5, ligne de sources ; 6, échantillons d'eaux ; 7, surface du lac en 1960 ; 8, surface du lac en 1971.

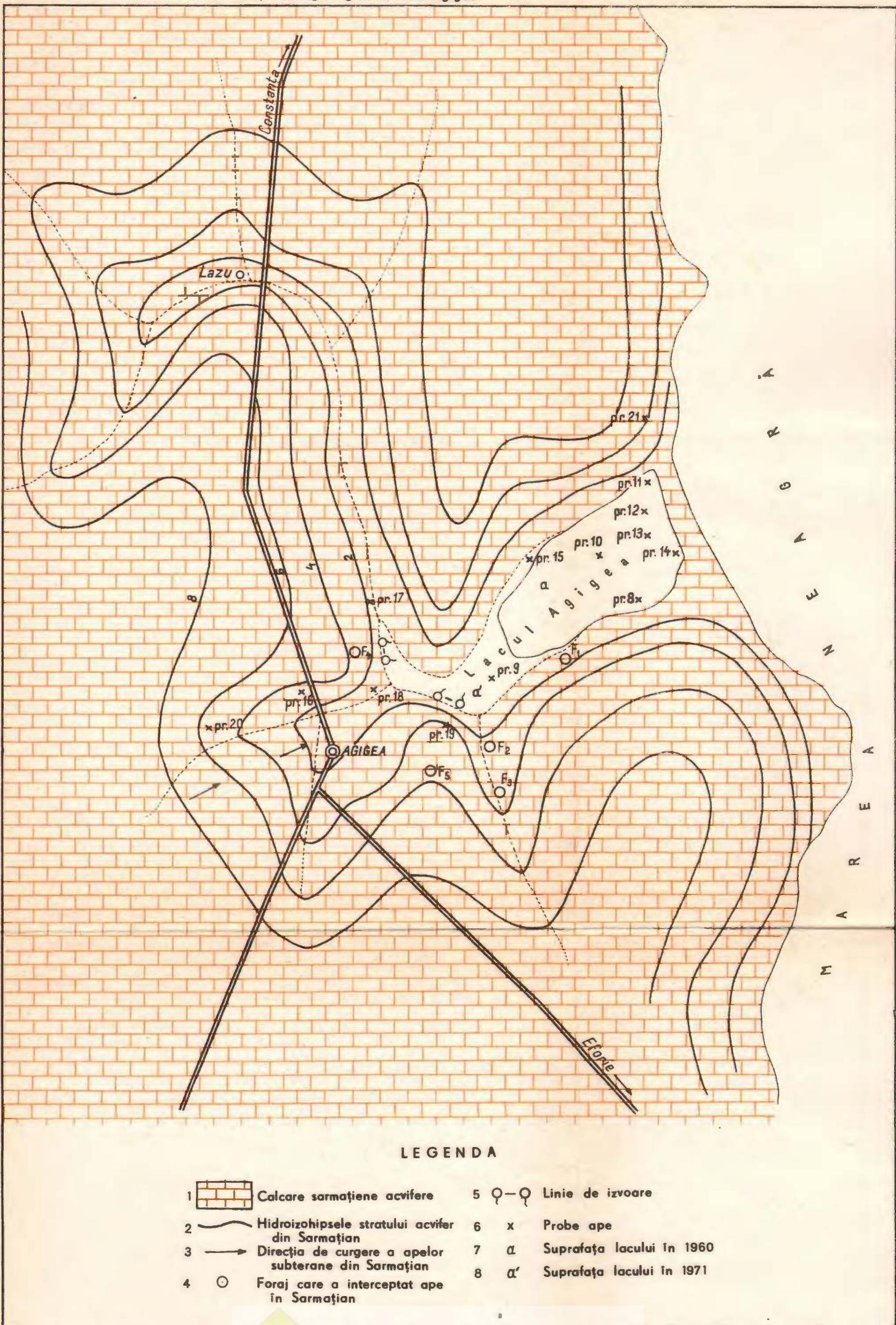




Institutul Geologic al României

HARTA HIDROGEOLOGICĂ A ZONEI AGIGEA

ANA GHENEÀ, ROSETTE IANC. Observaþii hidrogeologice in zona Agigea



LEGENDA

- | | | | |
|---|--|---|------------------------------|
| 1 | Calcare sarmaþiene acvifere | 5 | Q—Q Linie de izvoare |
| 2 | Hidroizohipsele stratului acvifer din Sarmatian | 6 | x Probe ape |
| 3 | Direcþia de curgere a apelor subterane din Sarmatian | 7 | a Suprafaþa lacului in 1960 |
| 4 | O Foraj care a interceptat ape in Sarmatian | 8 | a' Suprafaþa lacului in 1971 |

CONSIDERĂȚII GEOLOGICE ASUPRA APELOR MINERALE DIN PARTEA CENTRALĂ A MUNTILOR MARAMUREȘULUI¹

DE

PAUL CIORNEI²

Abstract

Geological Considerations on the Mineral Waters from the Central Part of the Maramureș Mountains. In the paper are presented the researches regarding the mineral waters from the basin of the Vaser Valley, situated in the central part of the Maramureș Mountains. They are localized in crystalline, sedimentary and Neogene eruptive formations and are connected with the post-magmatic evolution of the Toroiaga-Tiganul subvolcanic massif, except the chlorosodium waters which has the character of some deposit waters. Contributions to the knowledge of a new region with mineral waters of our country are brought through the carried out investigations.

Munții Maramureșului se situează în partea nordică a Carpaților Orientali românești. Spre deosebire de celealte unități structurale din țara noastră, în Carpații Orientali sunt localizate multe și variate izvoare minerale, care se urmăresc pe întreaga dezvoltare a lanțului carpatice, caracterizându-se prin conținuturi în săruri, care diferă de la loc la loc. Cele mai multe dintre ele au fost studiate geologic, chimic și balneologic.

Una dintre regiunile în care apar numeroase izvoare minerale, necunoscute în general în trecut, este cea din bazinul văii Vaserului, care cuprinde partea centrală a muntilor Maramureșului, semnalate de Ciornei³ în cursul prospecțiunilor geologice efectuate în această regiune.

¹ Susținută în ședința de comunicări științifice a Institutului Geologic din 23 mai 1972.

² Întreprinderea Geologică de Prospecționi, str. Caransebeș nr. 1, București.

³ P. Ciornei. Rapoarte geologice asupra cristalinului văii Vaserului. 1954—1970. Arh. M.M.P.G., București.

Codarcea (1940) prezintă o sistematizare a numeroaselor cercetări anterioare, privind apele minerale și balneare, referindu-se în special asupra celor din Carpații Orientali. În această lucrare nu sunt menționate decât numai izvoarele minerale de la Șuligu din bazinul văii Vaserului și cele din valea Vinului, de lîngă Vișeu de Sus. Studii de detaliu asupra apelor minerale din diferite regiuni ale țării au fost întreprinse după anul 1950 de Serviciul de hidrogeologie al Întreprinderii geologice de prospecții. Institutul de balneologie și fizioterapie al Ministerului Sănătății (1965) a întocmit studiul chimic asupra principalelor ape minerale din județul Maramureș, cu referiri la unele izvoare din bazinul văii Vaserului. O lucrare documentată privind sursele hidrotermale din acest județ, cu recomandări pentru dezvoltarea și exploatarea acestora, este elaborată de Pricăjan și Bologa⁴, cu unele aprecieri asupra celor din partea centrală a munților Maramureșului. Bologa⁵, prezintă în ultimul timp rezultatele cercetărilor din bazinul văii Cislei.

Cercetări geologice asupra apelor minerale din partea centrală a munților Maramureșului nu au fost făcute pînă în prezent. Pînă la cercetările noastre, în trecut bazinul văii Vaserului a fost studiat în ansamblu numai de Zapadowicz (1886) și Kräutner (1935) care însă nu menționează nici un izvor mineral.

Apele minerale din munții Maramureșului sunt denumite borcuturi, fapt concretizat în toponimia locală (pîrul Borcutului, valea Borcutului, muntele Borcutului etc.), corespunzînd cu borvizurile din lanțul Călimani-Harghita.

Cercetările geologice și determinările fizico-chimice din partea centrală a munților Maramureșului, ca și cele din celelalte regiuni ale Carpaților Orientali, au demonstrat că izvoarele minerale sunt legate de activitatea magmatismului neogen, în special de exhalatiile postvulcanice, sub toate aspectele de manifestare.

Pe teritoriul țării noastre, lanțul eruptiv de la interiorul arcului carpatic prezintă cea mai importantă activitate a vulcanismului neogen din Europa. Între unitatea vulcanică a lanțului Oaș-Gutăi-Țibleș și cea a lanțului Călimani-Gurghiu-Harghita se situează intruziunea subvulcanică a masivului Toroiaga-Țiganul. Activitatea vulcanică din timpul Neo-

⁴ A. Pricăjan, V. Bologa. Apele minerale din județul Maramureș (manuscris) 1970.

⁵ V. Bologa, Apele minerale de la Borșa și posibilitățile de valorificare. Comunicare la simpozionul „Probleme actuale și de perspectivă ale activității geologice în zona metalogenetică Borșa-Vișeu. 24–25 sept. 1971, Baia Borșa.

genului a contribuit la formarea numeroaselor izvoare minerale din Carpații Orientali. Geneza acestor izvoare este condiționată de structura geologică a regiunii respective, precum și de întreaga evoluție a vulcanismului terțiar din această parte a țării.

Caracterizarea geologică a regiunii centrale a munților Maramureșului

Din punct de vedere geologic această regiune este constituită dintr-o mare varietate de roci. Cea mai mare parte a formațiunilor geologice aparține șisturilor cristaline, care reprezintă fundamentul regiunii cercetate. În urma scufundărilor care au avut loc în partea sud-vestică, vestică și nord-estică a „cristalinului Vaserului” (denumit astfel de noi), s-au format bazinele Borșei la sud și cel al Ruscovei la nord, constituite din depozite cretacic-superioare, eocene și oligocene. Delimitat pe falii regionale, cristalinul Vaserului a rămas în relief sub forma unui horst, care după munții Rodnei se prezintă ca un promontoriu important, ajungînd pînă la limita orașului Vișeu de Sus.

Trebuie remarcat faptul că în constituția geologică a acestui cristalin am separat toate seriile metamorfice cunoscute în Carpații Orientali.

Prima serie de roci cu caractere mezometamorfice corespunde seriei de Brețila ce se află reprezentată în partea centrală și central-vestică a cristalinului Vaserului, fiind constituită din complexul paragnaiselor, complexul micașisturilor și cel al gnaiselor oculare. Zonele mai profunde sunt migmatizate, iar cele marginale, retromorfozate.

A doua serie mezometamorfică se află la limita vestică a cristalinului și este complet retromorfozată. După constituția petrografică prezintă unele asemănări cu seria de Rebra, dar datorită unor caractere specifice, cum sunt dezvoltarea rocilor granitoide și amfibolitelor și migmatitelor ne-a determinat să o încadrăm într-o serie nouă pe care am denumit-o „seria de Vișeu”. O altă zonă de șisturi retromorfozate, cu intercalații de roci porfiroide de tipul celor din Pietrosul Bistriței a fost separată în regiunea de la izvoarele văii Făinei și văii Stevioarei.

O deosebită importanță economică au șisturile cristaline epimetamorfice, grupate aproape în totalitate în seria de Tulgheș. Aceste șisturi se dezvoltă în bazinul superior al văii Vaserului, începînd din dreptul văii Șuligului de Jos pînă la izvoarele văii Tibăului, de unde se continuă cu aceleși caractere în cristalinul Bistriței. Șisturile cristaline ale seriei de Tulgheș mai sunt reprezentate în cursul inferior al văii Vaserului, între cele două zone mezometamorfice.

În partea centrală a bazinului văii Vaserului, discordant față de șisturile mezometamorfice, am separat seria de Jneapăń-Botizu cu un metamorfism scăzut, atribuită Carboniferului inferior. Atât șisturile cristaline mezometamorfice, cît și cele epimetamorfice sunt străbătute de filoane sau cuprind intercalații de dolerite și diabaz porfirite.

Formațiunile sedimentare cele mai vechi se află reprezentate în versantul drept din cursul superior al văii Vaserului, la limita cristalinului epimetamorfic și aparțin sinclinalului marginal al Carpaților Orientali, care se prelungesc mult spre nord-vest față de limita cunoscută anterior, ajungind pînă în valea Stevioarei.

Cea mai largă dezvoltare a formațiunilor sedimentare, corespunzătoare stratelor de Sinaia, se situează la nord-est de sinclinalul marginal, constituind masivele muuntoase de pe frontieră.

La limita sud-vestică și vestică, cristalinul Vaserului este delimitat de depozite care aparțin Cretacicului superior, Eocenului și Oligocenului. În interiorul cristalinului se cunosc depozite cretacie-superioare și eocene transgresive, constituind sinclinalul din culmea Luncăceasa-Gîlul de la est de masivul Toroiaga.

În constituția geologică a versantului sudic din bazinul văii Vaserului mai apar roci eruptive neogene ale subvulcanului Toroiaga-Țiganul, caracterizate prin mai multe tipuri de andezite, microdiorite porfirice și brecii andezitice.

Fenomenele tectonice au complicat foarte mult structura geologică a bazinului văii Vaserului. Un rol important l-a avut tectonica plicativă. În partea centrală a bazinului văii Vaserului, datorită acestei tectonici, seria de Bretila formează un vast anticlinoriu, orientat pe direcția generală a cristalinului și prezintă pe flancuri o serie de cute secundare, deversate peste formațiunile epimetamorfice.

Formațiunile geologice ale seriei de Tulgheș, în funcție de competența rocilor, sunt strîns cutate, avînd cute în general de amplitudini mici. În sectorul dintre valea Noviciarul și pîriful Cailor, șisturile epimetamorfice sunt deversate peste depozitele eocene ale bazinului Borșei, iar în sectorul dintre izvoarele văii Făinei și văii Stevioarei, ele sunt dispuse în pînză de șariaj.

O însemnatate deosebită a avut-o tectonica disjunctivă, în urma căreia formațiunile geologice au fost fragmentate în numeroase blocuri, deplasate atât în sens vertical, cît și în cel orizontal. Partea superficială a rocilor a fost intens fisurată, constituind căi de circulație mai amplă a soluțiilor care au contribuit la formarea izvoarelor minerale.



Tectonica disjunctivă este reprezentată printr-un sistem de falii longitudinale, cu caracter regional și al doilea sistem de falii care se dezvoltă transversal pe structuri geologice. În jurul masivului Toroiaga-Țigănuș s-a format al treilea sistem de fracturi, cu dispoziție radiară.

Pe sistemele de fracturi create activitatea postvulcanică s-a manifestat destul de puternic, resimțindu-se pînă în zonele mult îndepărtate de corpul subvulcanic. Soluțiile hidrotermale care au circulat pe fracturi și diaclaze au format numeroase filoane metalifere din masivul Toroiaga, iar ca un efect îndepărtat al acestor fenomene, la un număr mare de izvoare minerale. În aceste condiții, geneza izvoarelor minerale din munții Maramureșului este legată în primul rînd de evoluția vulcanismului neogen, apoi de influența structurii geologice a acestei regiuni, care după cum s-a arătat pe scurt, este atît de complexă.

Localizarea apelor minerale din bazinul văii Vaserului

În bazinul văii Vaserului, izvoarele minerale sunt localizate atît în formațiuni cristalofiliene, cît și în cele sedimentare învecinate, precum și în cuprinsul eruptivului neogen.

Începînd de la vest spre est în cristalinul Vaserului au fost semnalate următoarele izvoare minerale : în valea Peștilor la confluență cu valea Gurguiata și în cursul ei mijlociu ; în cursul superior al văii Rea ; în cursul inferior al văii Balmușului ; în valea Vaserului la stația CFF Novăț ; apoi în aceeași vale la cca 250 m aval de confluența cu pîrîul Glimboca Mică ; în versantul drept al văii Vaserului la Piatra Șoimului, în cursul inferior al văii Glimboca Mică ; în cursul inferior al văii Noviciorul, la contactul cu depozitele eocene ; în cursul inferior al văii Botizului ; în cursul mijlociu al văii Șuligului de Jos ; în cursul inferior al văii Șuligului de Sus ; în pîrîul Borcutului din valea Făinei ; în cursul inferior al Văii Mihoiaeii ; în cursul superior al văii Lostunului și în cursul inferior al văii Stevioarei, unde se află limita estică de distribuție a izvoarelor minerale din bazinul văii Vaserului. Această limită corespunde cu o importantă fractură care ajunge spre sud pînă la cunoșcutele izvoare minerale de la Vinișoru din bazinul văii Cislei. Dintre acestea mai importante sunt izvoarele minerale de la Șuligul de Sus, unde în trecut a existat o instalație de băi, apoi cele din valea Lostunului, precum și izvoarele din valea Făinii.

Foarte multe izvoare minerale se află localizate în cuprinsul formațiunilor sedimentare de la limita lor cu șisturile cristaline. Frecvența acestor izvoare este legată de fracturile majore care delimită horstul Vaserului, precum și de planurile de transgresiune ale sedimentarului

peste cristalin, care au constituit căi de circulație a soluțiilor mineralizatoare.

În cadrul acestor formațiuni geologice, o zonă importantă cu ape minerale se află situată în valea Vișeul de Sus, cunoscută sub denumirea de „băile valea Vinului”. Ele sunt grupate în jurul terminației vestice a cristalinului Vaserului. Izvoarele minerale din această zonă sunt de diferite compoziții chimice, de la bicarbonatate, carbogazoase, calcice, magneziene, feruginoase pînă la cele clorosodice. Diferențarea acestor izvoare s-a produs la distanțe foarte apropiate, uneori de zece de metri. La limita sudică a pintenului cristalin apar mai mult izvoare carbogazoase, feruginoase și slab sulfuroase, la cea vestică bicarbonatate, iar în partea nordică carbogazoase, clorosodice. Alcalinitatea crescută a acestor izvoare este determinată de prezența rocilor granitoide și a migmatitelor din apropiere. Izvoarele minerale din valea Vinului au fost amenajate pentru băi și cură, dar în timpul celui de-al doilea război mondial instalațiile au fost distruse. În prezent se află o instalație improvizată la unul din izvoarele clorosodice și alcaline. În valea Vinului se mai cunoaște un izvor mineral, cu un debit redus, la cca 500 m aval de „băile valea Vinului”, iar altul mai spre sud-vest la limita insulei cristaline din versantul drept al acestei văi. În continuarea acestei zone spre nord, un izvor mineral carbogazos și feruginos se află în valea Cvasniței, la limita estică a localității Poienile de sub Munte.

Altă grupare de izvoare minerale se cunoaște la Vișeul de Sus, în dreptul haltei C.F.R. Dintre acestea, patru izvoare sunt folosite pentru cură potabilă, iar unul pentru băi.

Ele sunt dispuse pe terasa inferioară a văii Vișeului, la limita cu depozitele eocene și oligocene.

Urmărind contactul dintre șisturile cristaline și formațiunile eocene spre est, o altă grupare de izvoare minerale reapare în valea Scradiei de la limita estică a orașului Vișeul de Sus. Cele mai multe sunt situate în cursul ei mijlociu, unde pe lîngă izvoarele bicarbonatate, carbogazoase și feruginoase, s-au diferențiat unele cu caracter sulfuros. Un izvor carbogazos și feruginos mai apare în cursul inferior al văii Scradiei.

În continuare spre est, în cuprinsul depozitelor eocene de la limita cristalinului se află izvorul bicarbonat și feruginos din culmea Tarnița dintre valea Scradiei și valea Boului, apoi cel din valea Novățului și affluentul ei imediat din aval.

Pe aceeași direcție ultima zonă cu izvoare minerale se află în pîrîul Borcutului, affluent drept al văii Noviciarului, localizate în depozitele



eocene, străbătute de ultimele apofize nord-vestice ale andezitelor de Toroiaga. De menționat este faptul că unele izvoare minerale din această zonă au un pronunțat caracter clorosodic, asemănîndu-se cu cele din valea Vinului.

În zona flișului au fost semnalate trei izvoare minerale în Cretacicul inferior din valea Stevioarei.

A treia categorie de izvoare minerale, dar redusă ca frecvență se situează în cuprinsul formațiunilor eruptive din partea vestică a masivului Țiganului. Până în prezent nu s-a semnalat decât un izvor mineral în valea Novățului, la cca 500 m amonte de zăcămîntul de sulfuri polimetallice, iar al doilea în ultima ramificație nord-estică a văii Noviciorului.

Complexitatea structurii geologice a determinat diversitatea apelor minerale din această regiune.

În afară de bazinul văii Vaserului, în cadrul munților Maramureșului, multe ape minerale se cunosc în bazinul văii Cislei, iar mai la nord, cîteva izvoare minerale în bazinul văii Ruscovei.

Caracterizarea apelor minerale

Analizele chimice asupra apelor minerale din partea centrală a munților Maramureșului au fost executate la Întreprinderea geologică de propecțiuni. În ultima perioadă determinări chimice ale principalelor izvoare minerale au fost efectuate și de Institutul de balneologie și fizioterapie (6). Din analizele chimice efectuate pînă în prezent rezultă că apele minerale din bazinul văii Vaserului se încadrează în grupa alcalină, situație corespunzătoare celorlalte regiuni din Carpații Orientali.

Caracteristica esențială a acestor ape este prezența uneori destul de ridicată a bicarbonațiilor alcalini, urmînd conținutul în elemente alcalino-feroase și feroase. Alkalinitatea este determinată de circulația CO_2 prin roci feldspatice, mai ales prin cele granitoide și migmatice, rezultînd carbonați și bicarbonați alcalini. Unele izvoare minerale se caracterizează prin conținuturi ridicate în cloruri și mai puțin în sulfați de calciu și de magneziu. Raporturile cantitative ale diferitelor săruri dizolvate prezintă o mare varietate. De aceea după gradul de concentrare în săruri există trecheri de la ape minerale propriu-zise spre cele cu diluări treptate pînă la ape comune potabile. Intensitatea de mineralizare depinde de durata contactului soluțiilor cu rocile prin care circulă și crește cu adîncimea.

Conținutul ridicat în CO_2 este legat de emanațiile postmagmatische neogene ale masivului Toroiaga-Țiganul, produse pe fracturile majore care delimită crîstalinul Vaserului sau îl traversează, precum și pe cele

din formațiunile geologice învecinate. La unele izvoare minerale, cum sunt cele de la Șuligul de Sus, conținutul în CO_2 ajunge la 2376,9 mg/l, la cele din valea Lostunului la 2482 mg/l și în valea Vinului pînă la 2250,6 mg/l. Conținuturile ridicate în CO_2 mai sunt determinate și de reacțiile care au loc mai ales în zonele superficiale ale formațiunilor geologice. În traversarea rocilor granitoide, gnaisice sau migmatice CO_2 poate determina descompunerea feldspațiilor, ridicînd conținuturi în elemente alcaline. Dintre acestea la un izvor din valea Vinului s-a determinat 2892,6 mg/l sodiu.

O problemă importantă pentru geneza apelor minerale de la limita cristalinului Vaserului este conținutul foarte mare în cloruri și mai scăzut în bromuri, ioduri și amoniu. La unele izvoare din valea Vinului s-a determinat pînă la 2914,9 mg/l clorură de sodiu și 135 mg/l clorură de potasiu, iar la Șuligul de Sus 129 mg/l clorură de potasiu. Prezența acestor săruri nu poate fi legată de masive de sare, care lipsesc în regiune, ci de existența unor argile saturate în ioni alcalini din formațiunile sedimentare. Ele au caracterul unor ape de zăcămînt, diluate de apele de suprafață. Legătura genetică cu formațiuni petrolieră este posibilă, întrucît se cunosc acumulări de petrol în depozitele oligocene de la Săcel-Dragomirești, sau emanații de hidrocarburi de la Rădeasa, de la limita estică a orașului Vișeu de Sus.

Foarte multe borcuturi sunt feruginoase, în special unele din valea Vinului, apoi cele de la Vișeu de Sus, valea Vaserului, valea Șuligul de Sus, valea Mihoieei, valea Lostunului și valea Stevioarei. Fierul provine din descompunerea piritei existentă ca impregnație în șisturi cristaline sau ca depunerî în formațiuni eocene.

Dintre apele alcaline cele mai răspîndite sunt bicarbonatațe mixte. Mai puține sunt alcaline feroase, cum este cazul izvoarelor de la Șuligul de Sus. Ape minerale comune sunt carbogazoase simple, unele cu conținuturi ce scad pînă la sub 1 gr/l reziduu.

În general apele minerale din terenurile învecinate cristalinului sunt lipsite de sulf, afară de cele din cursul mijlociu al văii Scrădiei, unde s-a determinat pînă la 40,4 mg/l H_2S . Un conținut slab sulfuros s-a constatat la unele izvoare minerale din valea Vinului. Caracterul sulfuros al acestor ape se explică prin reducerea sulfațiilor din terenurile marnoase. Multe dintre izvoarele minerale, pe lîngă caracterul bicarbonatat alcalin, carbogazoas și feruginos, mai sunt calcice sau magneziene.

O caracteristică deosebită prezintă uneori cantitatea însemnată de acid metaboric. Astfel la unele izvoare minerale din valea Vinului acesta ajunge pînă la 769,5 mg/l, iar la Șuligul de Sus pînă la 444,5 mg/l. În ter-

nurile sedimentare HBO_2 , provine din descompunerea argilelor, iar în cele metamorfice se datorează fenomenelor metasomatice.

În ceea ce privește compoziția chimică totală, mineralizarea la multe izvoare minerale este destul de ridicată, ajungind la cele clorosodice din valea Vinului și pîrîul Borcutului între 10443,3 mg/l—13689,9 mg/l. Izvoarele bicarbonatate complexe de la Șuligul de Sus au un conținut total de mineralizare pînă la 9214,9 mg/l, iar cele de la Lostun pînă la 7038,2 mg/l. Cele mai multe izvoare minerale au un conținut total de săruri între 4000—5000 mg/l și mai puține sunt cu o dozare cuprinsă între 1600—4000 mg/l.

În tabelul de la sfîrșitul lucrării sunt indicate rezultatele buletinelor de analize, executate pînă în prezent.

În ceea ce privește radioactivitatea apelor minerale din această regiune, prin determinările efectuate la Institutul geologic pe unele probe colectate de noi au indicat conținuturi interesante. Astfel la izvorul mineral din valea Lostunului conținutul este de 49 γ U/l, corespunzător la o radioactivitate de 11,67 m μ c, deci asemănătoare cu cea de la izvorul nr. 5 de la Sîngiorz Băi care are între 11,24—15 m μ c (în medie 12,9 m μ c) și la izvorul nr. 4 din aceeași localitate cu o radioactivitate între 9,25—11,35 m μ c (în medie 10,28 m μ c). La izvorul mineral de la halta C.F.R. Vișeu de Sus s-a determinat un conținut de 18 γ U/l. Din cele cîteva date rezultă că și sub acest aspect apele minerale din regiunea cercetată nu sunt lipsite de importanță.

În diagramele care însotesc lucrarea sunt prezentate oscilațiile conținuturilor determinate, rezultînd în același timp complexitatea izvoarelor minerale (fig. 1—5).

Concluzii

Structura geologică a bazinului văii Vaserului se caracterizează printr-o mare varietate de roci aparținînd formațiunilor cristalofiliene, în cadrul cărora s-au separat mai multe serii metamorfice, urmînd cele sedimentare și eruptive vechi și noi. Discordant peste seria de Bretila, în sectorul dintre valea Botizului și valea Bardăului se dezvoltă cea a Carboniferului inferior.

Formațiunile sedimentare aparțin Permianului (în sectorul văii Paltinului), sinclinalului marginal al Carpațiilor Orientali și flișului cretacic, precum și celor ale depresiunii Maramureșului, care la limita cristalinului sunt reprezentate prin depozite cretacice-superioare, eocene și oligocene. O parte dintre aceste depozite sunt dispuse transgresiv peste cristalinul de

TA

Analize chimice

Nr. probei Cationi anioni	3963 Valea Vinului*	3964 Valea Vinului*	3743 Vișeul de Sus*	4088 Vișeul de Sus*	3796 Vișeul de Sus*	4400 Valcea Scra- dici*	4399 Tar- nița*	4033 Valea Șuli- gului de Sus*	3873 Valea Lostu- nului*	4161 Valea Lostu- nului*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cl ⁻	1 843,9	1 521,7	21,2	42,5	35,5	2,8	2,1	624,1	131,2	138,3
Br ⁻	1,5	2,0	absent	absent	absent	urme	urme	absent	absent	absent
I ⁻	0,3	0,1	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	0,1
NO ₃ ⁻	absent	absent	absent	5,0	absent	absent	absent	absent	absent	absent
NO ₂ ⁻	urme	absent	absent	absent	absent	absent	absent	0,4	absent	absent
SO ₄ ⁻	53,7	42,2	46,0	59,5	67,2	23,0	3,8	17,2	19,2	96,0
HS ⁻	—	—	—	—	—	40,4	—	—	—	—
SO ₃ ⁻	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
HPO ₄ ⁻	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
HCO ₃ ⁻	6 296,2	4 783,1	353,8	305,0	298,9	54,9	244,0	4 710,0	3 502,0	3 477,6
Na ⁺	2 892,6	2 191,6	14,9	19,6	32,2	5,6	3,4	1 254,0	353,5	282,5
K ⁺	81,0	71,0	14,5	26,5	30,5	2,8	1,2	68,0	11,8	14,8
Li ⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NH ₄ ⁺	1,2	2,5	absent	absent	absent	4,0	absent	1,0	absent	1,0
Ca ⁺⁺	258,9	254,9	84,1	84,1	61,6	19,2	42,6	436,1	741,4	853,8
Mg ⁺⁺	184,8	143,8	25,7	20,9	24,0	11,8	16,2	207,7	104,8	88,5
Fe ⁺⁺	8,9	13,6	0,8	2,0	2,0	6,0	14,0	0,2	6,0	8,8
Mn ⁺⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ⁺⁺⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cu ⁺⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pb ⁺⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zn ⁺⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ SiO ₃	56,8	43,9	12,9	14,1	16,7	7,8	4,5	22,8	25,9	25,9
HBO ₂	769,5	445,5	absent	absent	absent	absent	10,1	113,4	urme	20,2
CO ₂	1 240,8	924,0	4 146,1	1 135,2	1 364	1 566,4	1 320,0	1 760,0	2 142,4	2 464,0
H ₂ S	—	—	urme	—	—	2,5	—	—	—	—
O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxidabilitatea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NH ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mineralizare	13 690,1	10 442,9	4 720,0	1 714,4	1 931,0	1 747,2	1 661,9	9 214,9	7 038,2	7 471,2

* Analize chimice efectuate la Întreprinderea geologică de prospecții.

** Analize chimice efectuate de Institutul de balneologie și fizioterapie.



BEL

ale apelor minerale

Izvorul Suligu-lui **	Izvorul Mihoaia**	Valea Vinului Fintina Andre-ica**	Valea Vinului Izvorul Gulaci**	Valea Vinului Izvorul Fața Poieni-ții**	Vișeu Fintina nr. 1 **	Vișeu Fintina nr. 2**	Vișeu Fintina nr. 3**	Izvorul Lostunu-lui**
12	13	14	15	16	17	18	19	20
593,7	215,7	306,6	1 886,4	524,8	32,1	15,8	59,3	126,5
0,05	0,05	0,4	urme	0,35	0,03	0,03	0,02	0,2
0,12	—	0,2	1,1	0,05	absent	absent	absent	0,4
1,9	1,8	absent	1,2	1,2	6,8	11,2	17,4	0,62
absent	—	absent	absent	absent	urme	absent	absent	absent
23,02	71,0	6,4	45,0	9,7	62,0	57,6	81,7	15,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 762,2	1 891,0	1 207,8	4 980,0	1 799,5	427,0	427,0	378,2	3 346,0
938,8	435,2	306,8	2 389,2	678,3	33,5	33,0	37,1	232,4
77,1	52,8	13,4	112,9	39,5	18,9	16,7	15,9	24,0
0,86	0,5	0,1	0,31	—	0,31	0,23	0,27	0,58
absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent
908,1	222,3	212,0	393,1	164,4	106,8	95,7	108,0	863,0
81,2	57,8	45,3	103,4	47,0	20,1	22,4	21,6	41,0
11,5	32,6	16,7	11,7	37,2	9,0	7,0	14,8	27,2
absent	1,4	absent	0,46	0,92	0,45	0,2	0,58	0,73
absent	10,6	0,6	3,7	5,2	absent	0,5	0,66	4,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
25,2	48,7	21,5	58,4	31,4	11,4	9,5	10,7	21,0
54,4	22,1	34,3	427,2	98,1	2,7	1,8	7,4	186,5
2 377,9	1 122,5	2 104,3	2 250,6	1 343,8	1 759,0	913,7	1 627,5	2 482,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	15,4	—	—	—	—	—	—
0,16	absent	absent	1,3	absent	absent	absent	absent	absent
9 856,39	4 186,05	4 291,8	12 665,97	4 781,42	2 490,09	1 612,36	2 381,13	7 371,63

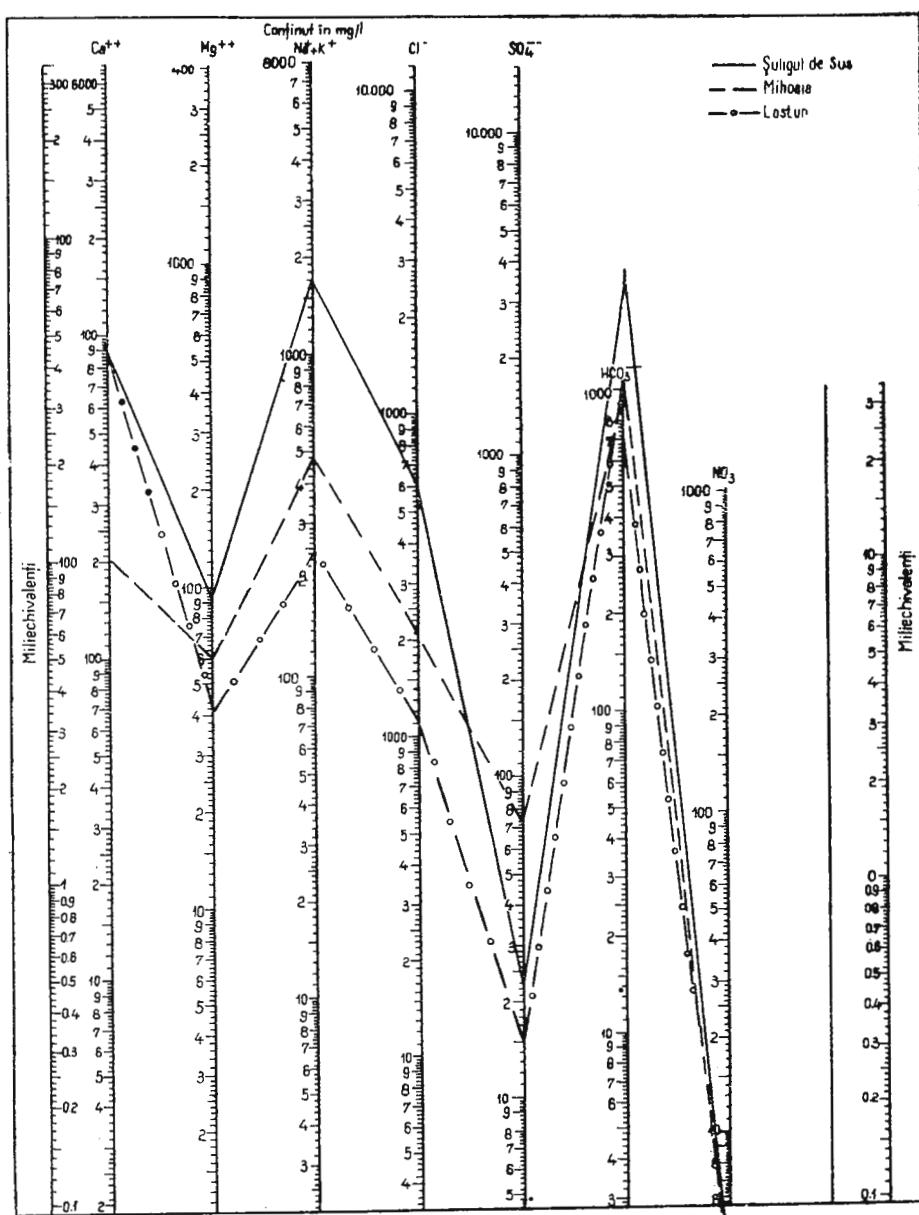


Fig. 1. — Izvoarele minerale din valea Vaserului — analizate de Institutul de balneologie.

Sources minérales de la vallée du Vaser — analysées par l'Institut de balnéologie.

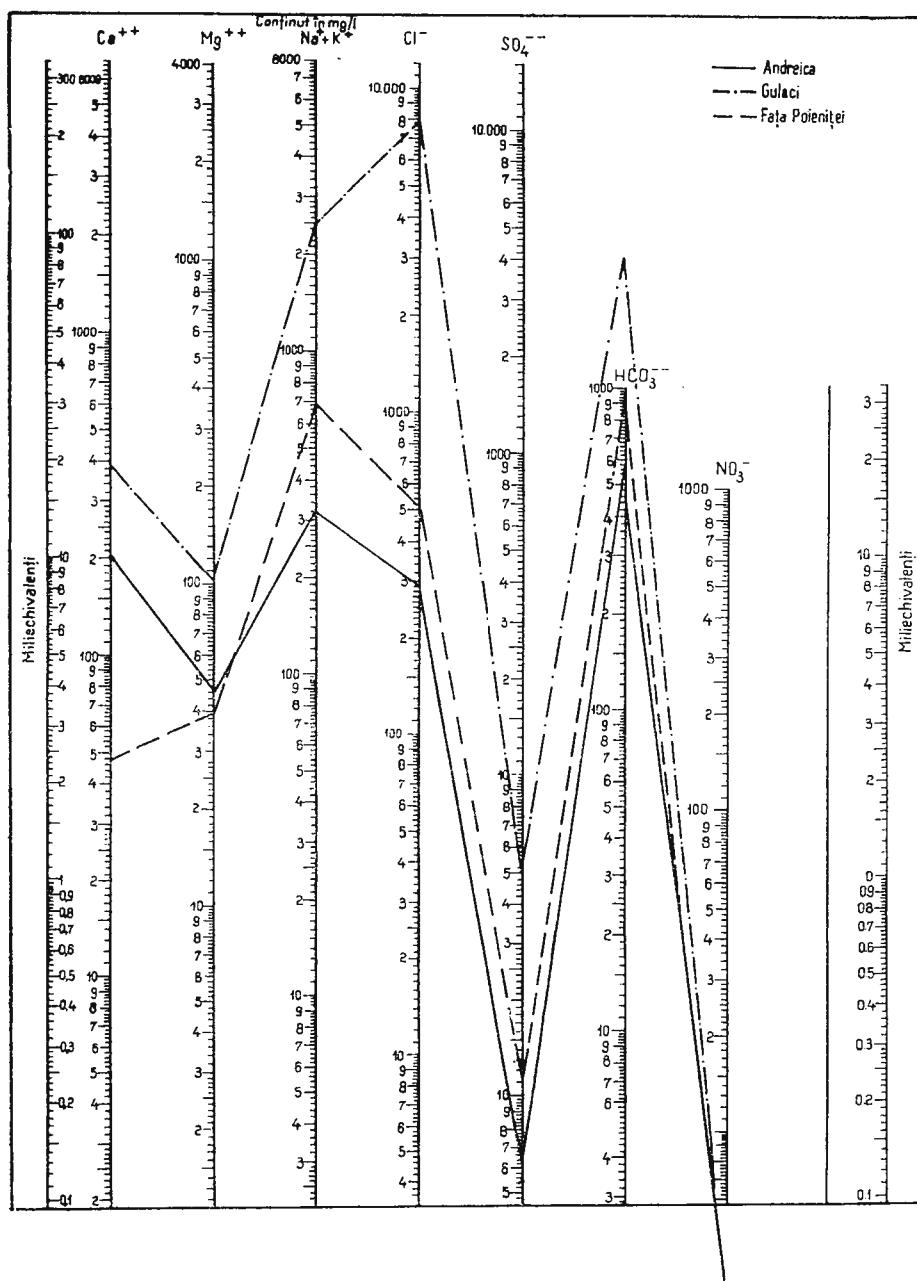


Fig. 2. — Izvoarele minerale din valea Vinului — analizate de Institutul de balneologie.
Sources minérales de la vallées du Vin — analysées par l’Institut de balnéologie.

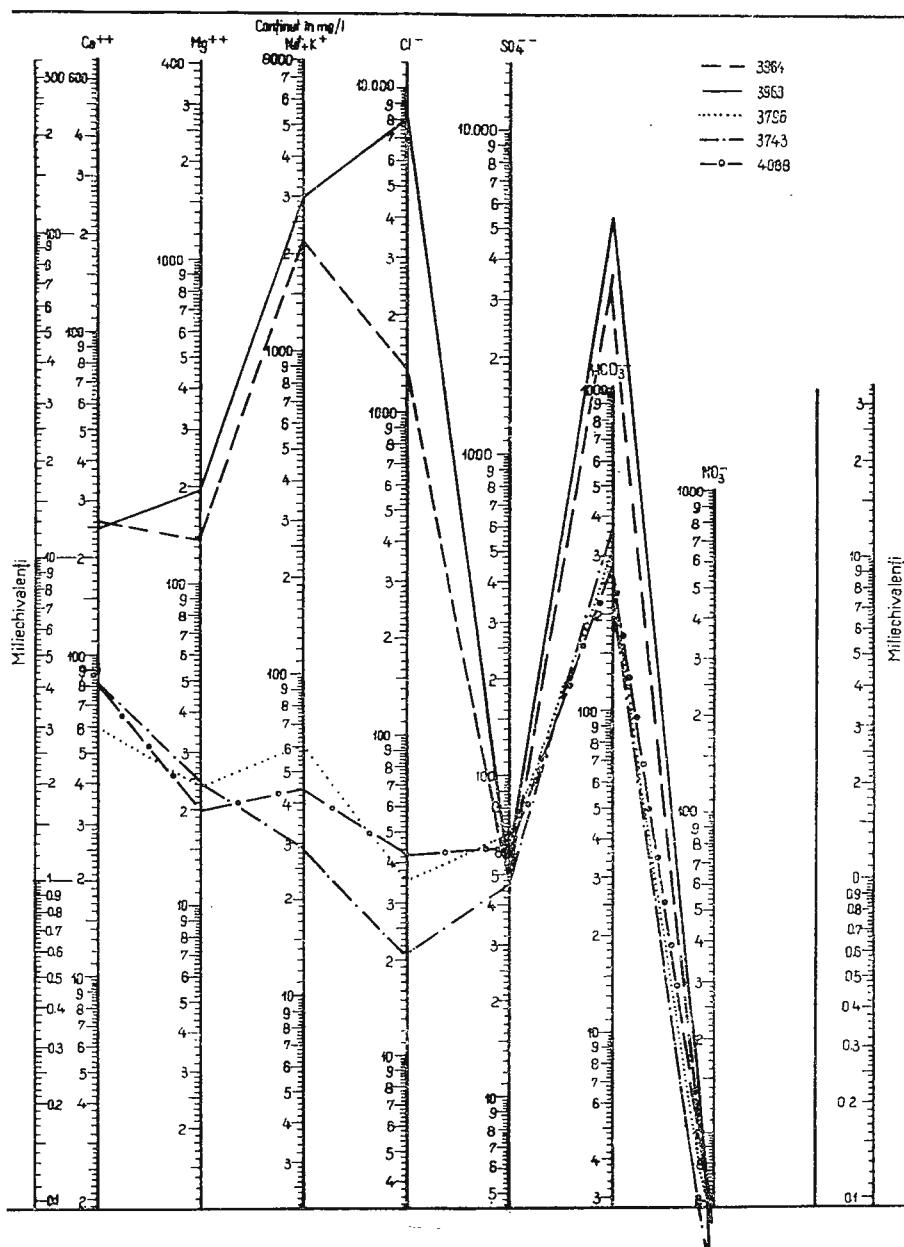


Fig. 3. — Izvoarile minerale de la Vișeu de Sus — analizate de I.G.P.: proba 3964—valea Vinului, proba 3963—valea Vinului, proba 3796—Vișeu de Sus și proba 4088—Vișeu de Sus.

Sources minérales de Vișeu de Sus—analysées par I.G.P.: échantillon 3964—vallée du Vin, échantillon 3963—vallée du Vin, échantillon 3796—Vișeu de Sus et échantillon 4088—Vișeu de Sus.

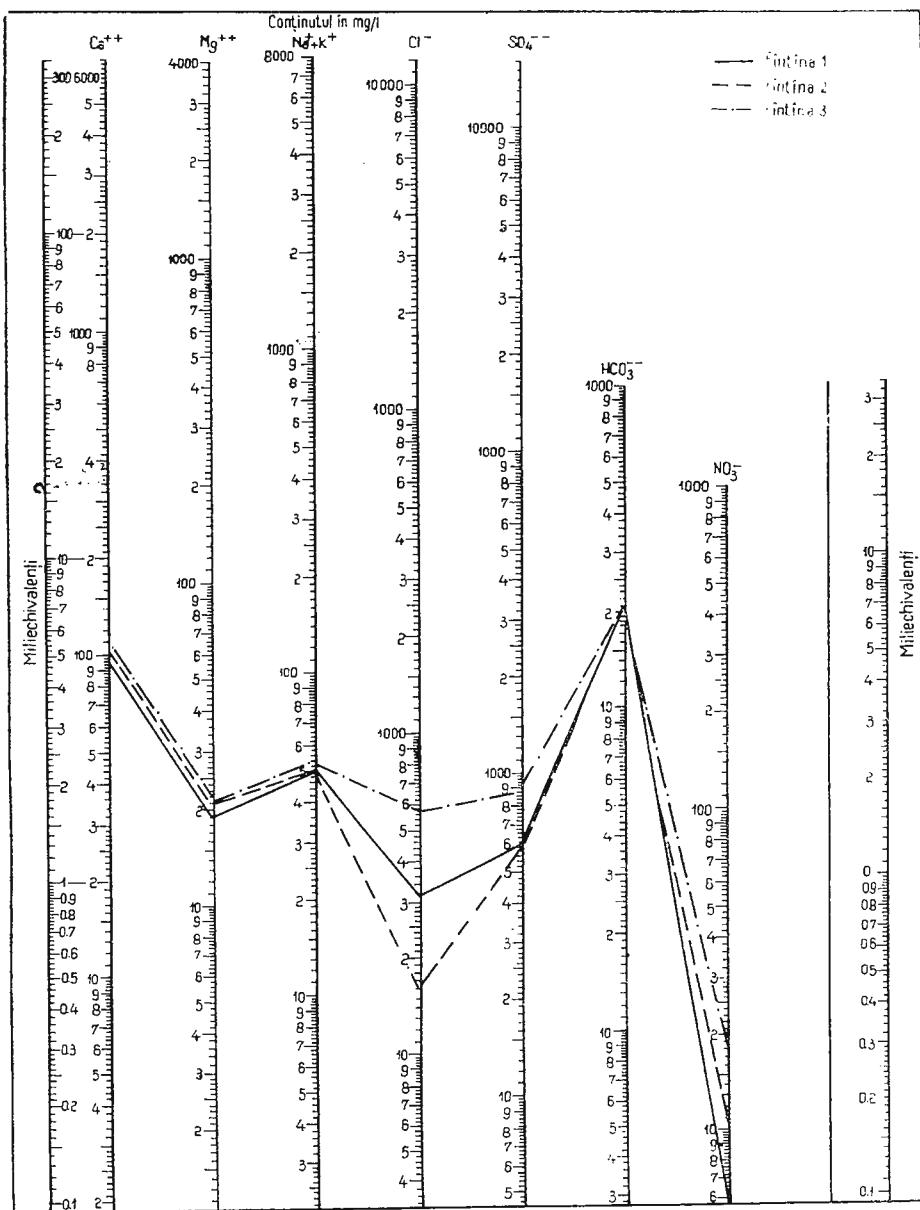


Fig. 4. — Izvoarele minerale de la Vișeu de Sus — analizate de Institutul de balneologie.
Sources minérales de Vișeu de Sus — analysées par l'Institut de balnéologie.

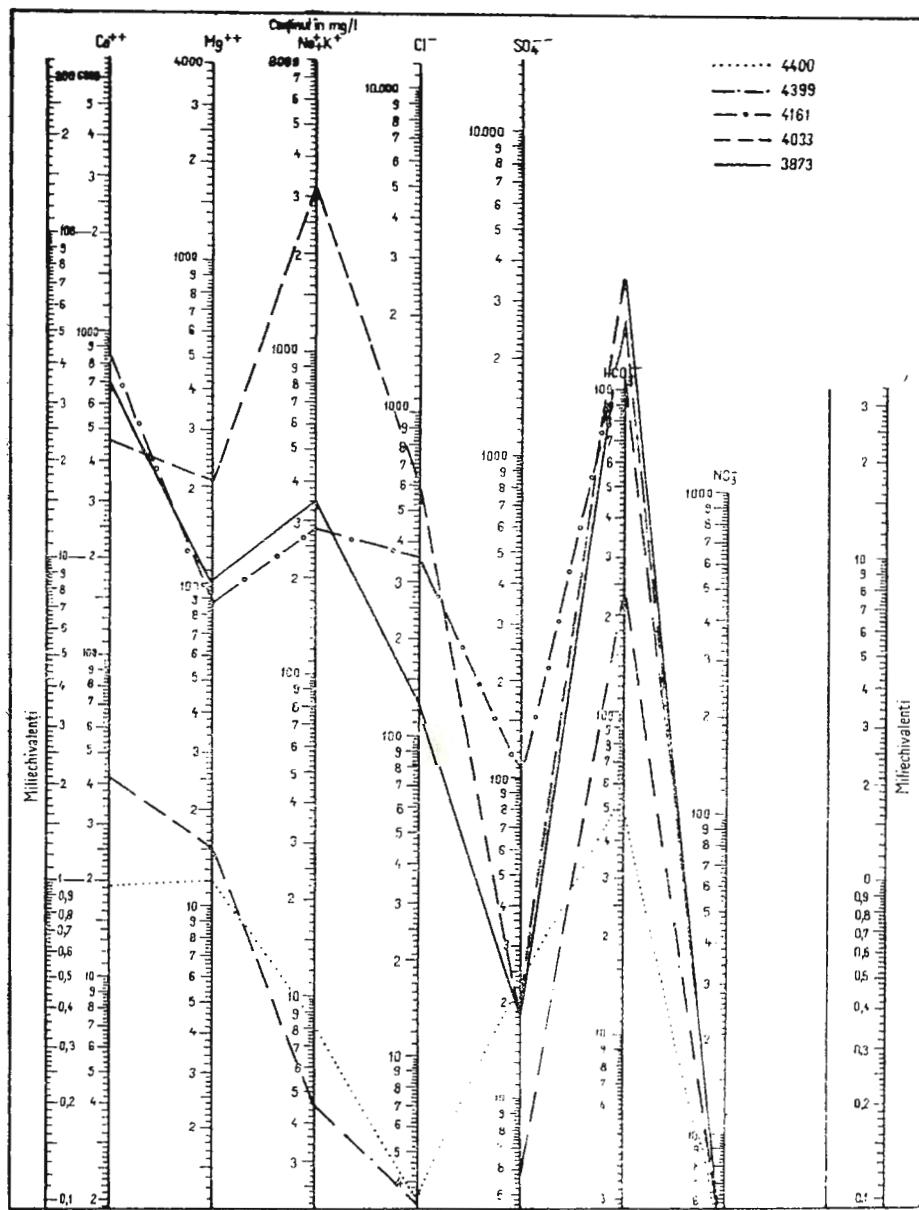


Fig. 5. — Izvoarele minerale din valea Vaserului — analizate de I.G.P.: proba 4400-valea Scradiei, proba 4399-Tarnița, proba 4161-valea Lostunului, proba 4033-valea Șuligului de Sus și proba 3873-valea Lostunului.

Sources minérales de la vallée du Vaser — analysées par I.G.P.: échantillon 4400-vallée de la Scradia, échantillon 4399-Tarnița, échantillon 4161-vallée du Lostun, échantillon 4033-vallée du Șuligul de Sus et échantillon 3873-vallée du Lostun.

la est de Toroiaga. În timpul Neogenului a avut loc intruziunea magmatică și consolidarea subcrustală a eruptivului din masivul Toroiaga-Țiganul.

Tectonica plicativă și disjunctivă a actionat destul de puternic asupra formațiunilor geologice, rezultînd cutări, încălecări, pînze de șariaj, falii longitudinale, transversale și radiare, însotite de o intensă fisurare a rocilor. Condițiile structural-tectonice au favorizat apariția unui număr însemnat de izvoare minerale cu compoziții chimice diferite.

Lucrarea prezentată aduce contribuții la cunoașterea unei regiuni noi cu ape minerale din țara noastră. Alături de cercetările din ultimul timp efectuate de Bologa asupra apelor minerale din bazinul văii Cislei, situat la sud de bazinul văii Vaserului, se completează cunoștințele privind apele minerale din munții Maramureșului.

Tinînd seama de faptul că multe dintre izvoarele minerale din bazinul văii Vaserului au debite mari, compozitii chimice diferite și concentrații însemnate, cum sunt cele din valea Vinului, de la Vișeu de Sus, valea Scradieie, pîrîul Borcutului, valea Șuligului de Sus, valea Făinei, valea Lostunului, valea Stevioarei etc. ar putea fi valorificate pentru diferite tratamente și cură, deschizînd perspectivele balneare ale acestei regiuni. În același timp izvoarele minerale semnalate fiind situate în regiuni pitorești, oferă recomandări turistice deosebite pentru cunoașterea munților Maramureșului.

BIBLIOGRAFIE

- Bodiu P. A., Popescu F. G., Paraschivescu T. I., Beregic T. V. (1971)**
Regiunea minieră Baia Mare – Monografie. Editat de Oficiul de documentare și publicații tehnice al M.M.P.G.
- Ciornei P. (1970)** Privire generală asupra mineralizațiilor din bazinul văii Vaserului (Maramureș) D.S. Com. Stat Geol. LIV/4. București.
- Codarcea A.I. (1940)** Apele minerale și balneare. Enciclopedia României, București.
- Kräutner Th. (1935)** Die geologische Verhältnisse der Mineral-wasserquellen des Rodner Gebirge. Bul. Soc. Rom. Geol. București.
- Zapalowicz H. (1886)** Geologische Skizze des östlich. Teiles der Pokutisch Marmaroscher Grenzkarpathen. Jähr. der k.k. geol. R.A. Wien.
- * * * (1965). Apele minerale și nămolurile terapeutice din Republica Populară Română. Institutul de Balneologie și Fizioterapie. Ed. Medicală. II. București.

CONSIDÉRATIONS GÉOLOGIQUES SUR LES EAUX MINÉRALES DE LA PARTIE CENTRALE DES MONTS DU MARAMUREŞ

(Résumé)

Au cours des recherches géologiques exécutées dans le bassin de la vallée du Vaser (partie centrale des Monts du Maramureş) l'auteur a signalé certaines minéralisations de sulfures polymétalliques, de fer et de manganèse et a identifié de nombreuses sources minérales. Ces sources minérales inconnues antérieurement sont localisées dans des formations cristallophylliennes, sédimentaires environnantes et éruptives néogènes. Elles se rattachent à l'évolution postmagmatique du massif de Toroia-Găgăuz. Les phénomènes tectoniques, plicatifs et disjonctifs, qui ont compliqués la structure géologique de la région, ont créé des voies qui ont permis au CO₂ et aux solutions minéralisatrices de circuler à de grandes distances. Par des analyses chimiques on a déterminé le caractère alcalin de ces sources. L'alcalinité élevée est déterminée par la circulation du CO₂ et des solutions à travers des roches feldspathiques. Les sources minérales chlorosodiques par leur composition hydrochimique ressemblent à des eaux de gisement et sont liées du point de vue génétique à des formations pétrolifères, tandis que les sources sulfureuses sont déterminées par la réduction des sulfates des terrains marneux.

Hormis des recherches effectuées sur les sources du bassin de la vallée de Cisla, l'ouvrage contribue à la connaissance d'une nouvelle région riche en eaux minérales de notre pays. Leur mise en valeur fraie la voie aux possibilités balnéaires et touristiques dans la partie centrale des Monts du Maramureş.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

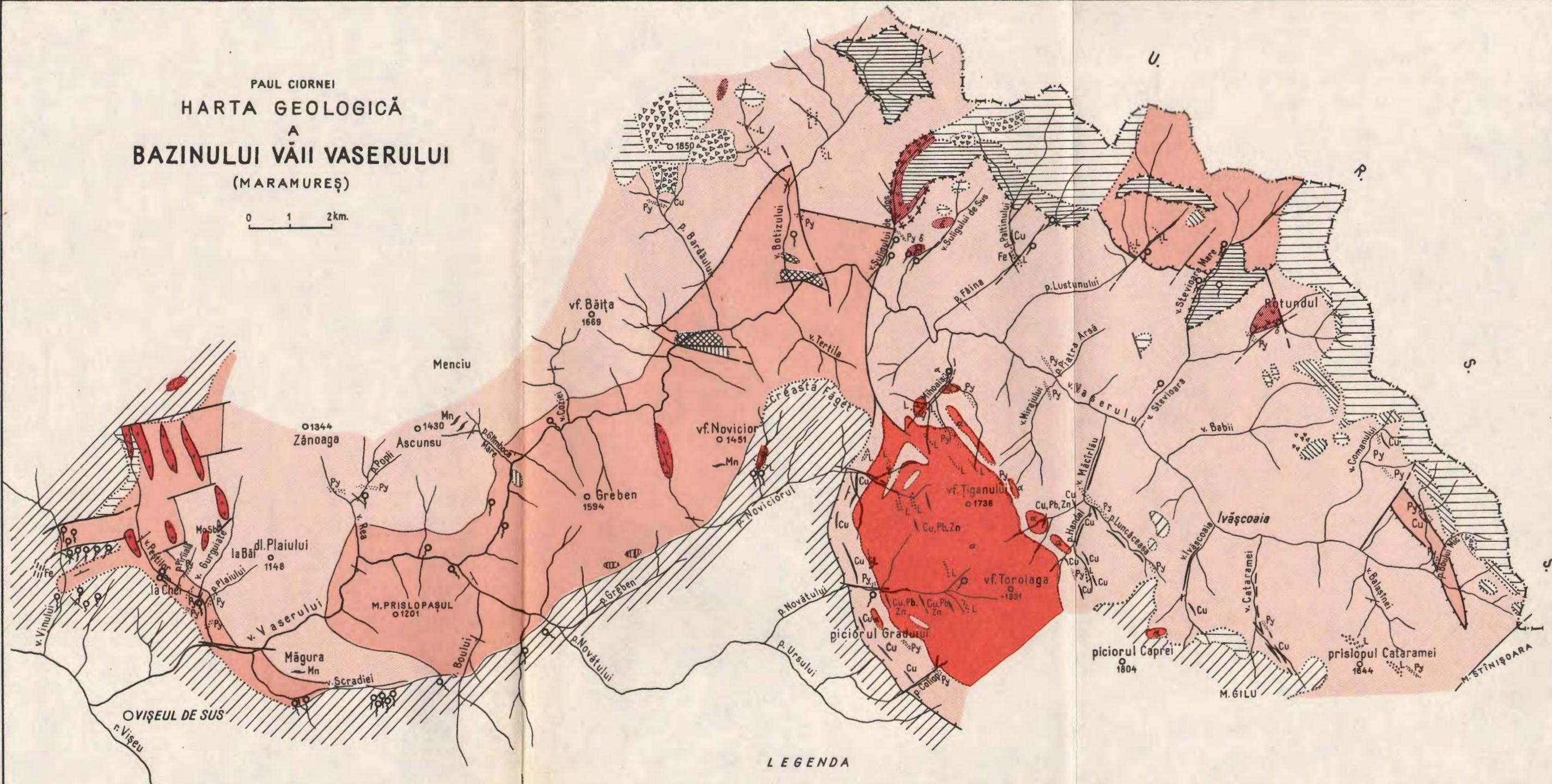
Carte géologique du bassin de la vallée de Vaser.

A. Formations sédimentaires. Quaternaire : 1, a, éboulis ; b, alluvions Eocène : 2, conglomérats, grès, marnes ; Crétacé supérieur : 3, conglomérats, grès, marnes ; Crétacé inférieur : 4, grès, marnes ; Trias : 5, conglomérats, grès, dolomies ; Permien? : 6, conglomérats, brèches. B. Formations éruptives. Néogène : 7, andésites ; Paléozoïque : 8, diabases ; 9, pegmatites ; 10, granitoïdes ; 11, roches ultrabasiques. C. Formations cristallophylliennes. Carbonifère inférieur : 12, métapsammites, métapélites ; Cambrian inférieur : 13, schistes épimétamorphiques ; Précambrien : 14, schistes mézométamorphiques. Minéralisations. 15, limonite ; 16, imprégnations à pyrite ; 17, minéralisations cuprifères ; 18, manganèse ; 19, sphérosidérite ; 20, molybdène, stibine ; 21, filons ; 22, source minérale ; 23, limite de transgression ; 24, ligne de charriage ; 25, ligne de chevauchement ; 26, contact anormal ; 27, faille ; 28, position des couches.



PAUL CIORNEI
HARTA GEOLOGICĂ
A
BAZINULUI VĂII VASERULUI
(MARAMUREȘ)

0 1 2 km.



LEGENDA

A. FORMAȚIUNI SEDIMENTARE

CUATERNAR	1	a. Grohotiș b. Aluviumi
EOCEN	2	Conglomerate, gresii, marne
CRETACIC SUP.	3	Conglomerate, gresii, marne
CRETACIC INF.	4	Gresii, marne
TRIASIC	5	Conglomerate, gresii, dolomite
PERMIAN?	6	Conglomerate, brecii

B. FORMAȚIUNI ERUPTIVE

NEOGEN	7	Andezite
	8	Diabaze
	9	Pegmatite
	10	Granitoide
	11	Raci ultrabazice

PALEOZOIC

C. FORMAȚIUNI CRISTALOFILIENE

CARBONIFER INF.	12	Metapsamite Metapelite
-----------------	----	---------------------------

CAMBRIAN INF.	13	Sisturi epimetamorfice
PRECAMBRIAN	14	Sisturi mezometamorfice

MINERALIZAȚII

15	L	Limonit	23	Limită de transgresiune
16	Py	Impregnații cu pirite	24	—	Linie de șaraj
17	Cu	Mineralizații cuprifere	25	—	Linie de încălcare
18	Mn	Mangan	26	—	Contact anormal
19	Fe	Sferoiderit	27	—	Folie
20	Mo,Sb	Malibden, Stibiu	28	—	Pozitia stratelor
21	Cu,Pb,Zn	Filoane			
22	○	Izvor mineral			

DESPRE EXISTENȚA APELOR TERMOMINERALE ÎN ZONA MUNICIPIULUI ARAD¹

DE

GHEORGHE VASILESCU², CONSTANTIN LECA², MARIA PÎRVU²

Abstract

On the Existence of the Thermomineral Waters in the Town of Arad Zone. The hydrogeological investigations carried out through drillings in the town of Arad zone pointed out several deep thermomineral aquiferous strata. Among these, the most indicative ones for the working out concerning balneary aims are the aquiferous strata generated within the permeable horizons from the lower part of the Upper Pliocene, which constitute a complex with a big capacity of artesian flow.

I. Introducere. Municipiul Arad este situat în şesul aluvionar al rîului Mureş, în cadrul unităţii morfologice majore Cîmpia de vest. Altimetric zona se situează în jurul cotei de 110 m.

Reţeaua hidrografică este reprezentată prin rîul Mureş, care prezintă numeroase meandre şi albi vechi părăsite, cum sînt : Canalul Morii şi Mureşul Mort.

Datele furnizate de forajele hidrogeologice executate de IFLGS în zonele Timişoara şi Băile Calacea, unde au fost puse în evidență zăcăminte de ape termominerale în orizonturile permeabile din baza Pannonianului superior, corelate cu datele obţinute prin unele foraje de cercetare geologică pentru hidrocarburi, din zonele Turnu şi Zădăreni, au condus la concluzia că în zona Arad, în orizonturile permeabile ale formaţiunilor geologice de adîncime, este posibilă existența unor strate acvifere termominerale.

În vederea stabilirii posibilităților de existență, în zona municipiului Arad, a unor strate acvifere de adîncime, care prin capacitatea de debitare,

¹ Susținută în ședința de comunicări științifice a Institutului Geologic din 26 mai 1972.

² I.F.L.G.S., B-dul Nicolae Bălcescu nr. 26, Bucureşti.



gradul de mineralizare al apei, cît și temperatura acesteia, ar putea să constituie surse de alimentare în scopuri balneare; în perioada 1969-1970, au fost executate cercetări hidrogeologice prin două foraje (nr. 4661 și 4662), situate în partea de nord-vest a cetății Arad, pe partea stângă a rîului Mureș.

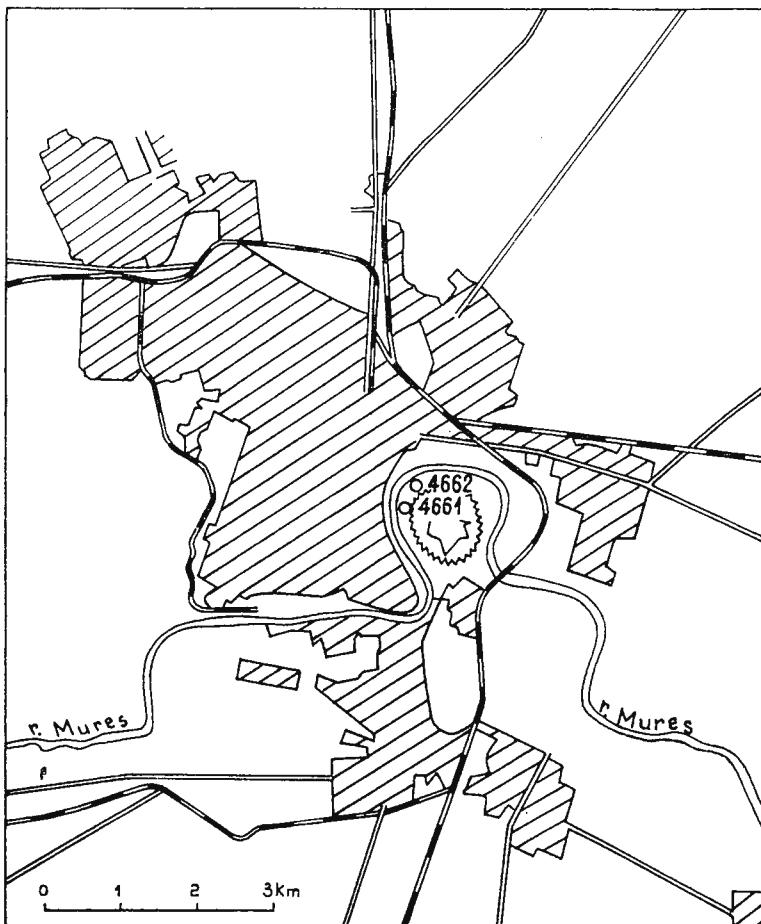


Fig. 1. — Schița municipiului Arad.
Esquisse de municipie d'Arad.

II. Considerații geologice. Partea sudică a Cîmpiei de vest, în care este inclusă și zona Arad, corespunde din punct de vedere structural, cu extremitatea estică a depresiunii pannonice, care a constituit obiectul

a numeroase cercetări geologice. Astfel, pe rama vestică a Munților Apuseni, au fost executate cartări geologice, iar în zona de cîmpie au fost executate cercetări geofizice și foraje, care în majoritatea cazurilor au traversat întreaga serie de depozite sedimentare și au interceptat fundamentul cristalin.

Datele furnizate de lucrările de cercetare prin foraje, corelate cu rezultatele cercetărilor geofizice de suprafață și ale cartărilor geologice, au condus la clarificarea structurii geologice a Cîmpiei de vest.

Din datele de cunoaștere existente, rezultă că la alcătuirea geologică a zonei Arad, iau parte formațiuni aparținând Cuaternarului, Pliocenului și Miocenului, care stau peste fundamentul cristalin.

Cuaternarul, reprezentat prin depozite loessoide în interfluvii și prin depozite aluvionare în sésul aluvionar al Mureșului, are o largă răspîndire, acoperind la suprafață întreaga zonă. Depozitele aluvionare sunt constituite din nisipuri, uneori cu pietriș, nisipuri argiloase și argile nisipoase.

În zona Arad, o importanță deosebită o prezintă depozitele aluvionare ale conului de dejecție al Mureșului, care în forajul nr. 4661 ajung pînă la grosimea de 145 m fiind constituite dintr-o alternanță de argile și nisipuri cu elemente de pietriș.

Pliocenul este reprezentat prin depozite care aparțin Levantinului, Dacianului și Ponțianului.

Dat fiind asemănarea litologică a depozitelor levantine și daciene, precum și lipsa unor repere paleontologice certe, acestea nu au putut fi delimitate, fapt pentru care în cadrul Pliocenului a fost separată o serie inferioară marnoasă atribuită Ponțianului și o serie superioară argilo-marnoasă, nisipoasă, aparținând Dacianului și Levantinului.

Prin forajele executate în zona Arad, limita Dacian-Ponțian a fost considerată pe criterii litologice, la 525 m adîncime și s-a ieșit din Pliocen la adîncimea de 1162 m.

Miocenul este reprezentat prin depozite aparținând Sarmațianului, constituite din marne compacte și marne nisipoase, cu intercalații de nisipuri și gresii slab cimentate și calcare albe-gălbui, care stau peste fundamentul cristalin.

Prin forajul hidrogeologic nr. 4661, Sarmațianul a fost interceptat între adîncimile 1162-1189 m, deci cu o grosime de 27 m.

Cristalinul a fost deschis prin forajul hidrogeologic nr. 4661, pe intervalul 1189-1300 m, fiind constituit din sisturi sericitoase, cloritoase și talcoase, sisturi silicioase și filite.

Formațiunile ce iau parte la alcătuirea geologică a zonei cercetate, se afundă de la est către vest, prezentând o serie de structuri anticlinale largi, aşa cum este structura Zădăreni la sud de Arad și structura Turnu la vest, zona Arad situându-se pe flancul nordic al structurii Zădăreni.

III. Cercetări hidrogeologice. În zona municipiului Arad, anterior au fost executate foarte puține lucrări cu caracter hidrogeologic și au urmărit în general, punerea în evidență a unor strate acvifere, capabile să constituie surse de alimentare cu apă potabilă. Astfel, fostul C.S.A. a executat foraje cu adâncimi în jur de 100 m, prin care a fost pus în evidență și captat complexul acvifer din conul de dejecție al Mureșului. Acest complex acvifer este ascensional, nivelul hidrostatic situându-se între adâncimile de 3,50-6,50 m, în funcție de micromodelul zonei, iar potențialul de debitare prin pompă ajunge pînă la $1900 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$.

Pentru stratele acvifere mai profunde, au fost cunoscute date din 2 foraje cu adâncimi de 300 m și 337,65 m, executate la baia centrală din Arad, și respectiv în incinta întreprinderii „7 noiembrie”.

Forajul executat la baia centrală Arad, a fost săpat înainte de primul război mondial și debitează artezian $28,5 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 25°C .

Forajul din incinta întreprinderii „7 noiembrie”, a fost executat în anul 1890, pentru captarea gazului metan debitat odată cu apa. Acest foraj are un debit artezian de $850 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă cu temperatură de 25°C și este folosit pentru alimentarea unui strand.

Forajele de cercetare geologică executate anterior în apropierea Aradului, au furnizat indicații despre existența stratelor acvifere, în orizonturile permeabile ale tuturor formațiunilor geologice din zonă.

Din corelarea datelor de cunoaștere existente, a rezultat că în zona Arad, există atît strate acvifere freatiche, cît și strate acvifere de adâncime.

Stratele acvifere freatiche sunt situate în baza depozitelor aluvionare și depozitelor loessoide și sunt alimentate prin infiltrarea directă a precipitațiilor atmosferice, iar potențialul lor de debitare variază, în funcție de constituția granulometrică a depozitelor în care sunt generate.

Stratele acvifere de adâncime sunt generate în orizonturile permeabile mai profunde, ale formațiunilor cuaternare, pliocene și miocene, precum și în rețelele de fisuri, care afectează partea superioară a fundamentului cristalin.

Alimentarea acestora se face prin infiltrarea precipitațiilor atmosferice și a apelor superficiale, prin zonele de aflorare care se situează spre est, respectiv către rama Munților Apuseni.

Dat fiind faptul că formațiunile geologice se afundă în general spre vest, zona de alimentare situându-se astfel la cote mai ridicate, stratele acvifere de adâncime sănt ascensionale, iar în perimetrele cu cote mai joase, acestea debitează artezian, aşa cum s-a dovedit prin forajele care au deschis strate acvifere situate în general sub adâncimea de 250 m.

La debitarea arteziană, pe lîngă elementul structural, contribuie și unele acumulări de gaz metan, determinate de boltirile largi, care afectează formațiunile în care sănt intercalate stratele permeabile acvifere.

Gradul de mineralizare al straterelor acvifere crește în adâncime, apele avînd în general caracter clorosodic.

În vederea clarificării situației hidrogeologice în zona Arad, IFLGS a executat două foraje de cercetare hidrogeologică (nr. 4661 și 4662), pe partea stîngă a rîului Mureș, în partea de nord-vest a cetății Arad. Prin aceste foraje, s-a urmărit inventarierea și stabilirea caracteristicilor hidrogeologice și hidrochimice, ale straterelor acvifere situate sub adâncimea de 330 m, generate în orizonturile permeabile ale depozitelor pliocene și mioocene, cît și eventual în rețelele de fisuri care afectează partea superioară a fundamentului cristalin, precum și stabilirea posibilităților de exploatare a acestora, în scopul alimentării cu apă termominerală în perimetru muncipiului Arad.

Forajul nr. 4661, avînd adâncimea finală de 1300 m, a traversat formațiuni cuaternare (0-145 m), pliocene (145-1162 m) și sarmatiene (1162-1189 m) și a interceptat fundamentul cristalin pe o grosime de 111 m (1189-1300 m).

În vederea efectuării încercărilor hidrogeologice experimentale, asupra straterelor acvifere, delimitate pe baza corelării carotajului mecanic intermitent și a probelor de sită, cu diagrafia geofizică, forajul a fost tubat cu coloană $\varnothing = 8\frac{5}{8}''$ pînă la adâncimea de 551,50 m cimentată în spate pe intervalul 0-339 m și prevăzută cu filtre în dreptul straterelor permeabile, situate între adâncimile 359-514 m și coloană $\varnothing = 5\frac{3}{4}''$ pînă la adâncimea de 1298 m, cimentată în spate pe intervalul 540-750 m și prevăzută cu filtre în dreptul straterelor permeabile de sub adâncimea de 771 m.

Deschiderea și încercarea straterelor permeabile interceptate, s-a făcut pe măsura avansării forajului.

Încercările hidrogeologice experimentale, executate pentru complexul acvifer situat între adâncimile de 359-514 m, au condus la stabilirea unui potențial de debitare arteziană de $1045 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, apă bicarbonatată, clorosodică, bromoiodurată, cu o mineralizație totală de $2,4426 \text{ gr/kg}$ și duritatea

de 10,2 grade germane. Temperatura apei debitare este de 32°C. Nivelul hidrostatic s-a stabilit la 21,50 m deasupra terenului.

Stratele acvifere generate în orizonturile permeabile ale depozitelor ponțiene și sarmatiene, cit și în partea superioară a cristalinului, dispun

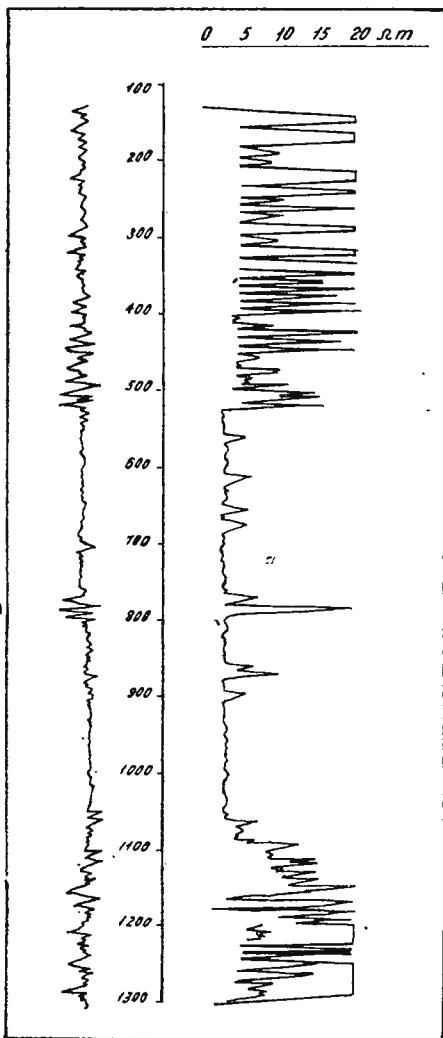


Fig. 2.—Diagrafia electrică a forajului nr. 4661.
Diagraphie électrique du forage no. 4661.

de capacitați de debitare reduse, care cumulate nu depășesc $120 \text{ m}^3/24 \text{ ore}$, pentru un nivel dinamic situat la adâncimea de 35 m, fiind în concordanță cu constituția litologică, predominant pelitică a formațiunilor respective.

Apa debitată este bicarbonatată, clorosodică, bromoiodurată, având mineralizația totală de 7,2134 gr/kg, duritatea totală 19 grade germane și temperatură de 45°C.

Forajul nr. 4662 a fost executat pînă la adîncimea de 820 m , traversând depozite cuaternare pînă la adîncimea de 140 m și pliocene pînă la adîncimea finală.

Pentru deschiderea și încercarea stratelor acvifere interceptate, forajul a fost tubat cu o coloană combinată $\varnothing = 8\frac{5}{8}''$ pînă la 541 m și $\varnothing = 5\frac{3}{4}''$, de la 541 m la 741 m, cimentată în spate pe intervalul 0,00-309 m și prevăzută cu filtre în dreptul stratelor permeabile situate sub adîncimea de 333 m.

Încercările hidrogeologice experimentale efectuate asupra stratelor acvifere situate între adîncimile 333-720 m, au condus la stabilirea unui potențial de debitare arteziană de $895\text{ m}^3/24\text{ ore}$, apă bicarbonatată, sodică, bromoiodurată, având mineralizația totală de 1,510 gr/kg, duritatea totală de 4,6 grade germane și temperatură de 29°C.

Comparînd rezultatele cercetărilor hidrogeologice efectuate prin cele două foraje, se constată că la forajul nr. 4662, capacitatea de debitare a stratelor deschise este mai redusă decît prin forajul nr. 4661 și în același timp gradul de mineralizare și temperatura apei înregistrează scăderi. Reducerea ușoară a capacitatii de debitare, considerăm că se datorește variației litologice a stratelor permeabile deschise, iar gradul de mineralizare și temperatura mai scăzută a apei, trebuie puse pe seama unui aflux mai puternic din stratele acvifere situate deasupra adîncimii de 400m.

Cercetările hidrogeologice efectuate prin forajele nr. 4661 și 4662, au condus la punerea în evidență a unui important complex acvifer termomineral, generat în orizonturile permeabile aparținînd părții inferioare a Pliocenului superior, respectiv sub adîncimea de 330 m, care prin potențialul de debitare și calitatea apei, constituie o importantă sursă de alimentare cu apă termominerală, în scopuri balneare.

Stratele acvifere de adîncime, situate sub adîncimea de cca 525 m, în orizonturile permeabile aparținînd Pliocenului inferior, Sarmătianului și părții superioare a cristalinului, dispun de potențiale de debitare reduse, iar termalitatea apei debitare crește pînă la 45°C și mineralizația totală ajunge pînă la valoarea de 7,2134 gr/kg.

Avînd în vedere necesitățile de alimentare cu apă minerală în zona Arad, după terminarea programului de cercetare hidrogeologică, cele 2 foraje au fost predate Consiliului popular al municipiului Arad, pentru a

fi folosite ca prime surse pentru exploatarea complexului acvifer, care a fost pus în evidență, în orizonturile permeabile ale formațiunilor aparținând părții inferioare a Pliocenului superior. Compoziția chimică a apelor debitate artezian prin foraje, din stratele acvifere rămase deschise, este arătată în tabelul următor.

TABEL

Nr. forajului și adâncimile între care se situează complexul acvifer deschis	F. 4661 359–445,70 m	F. 4662 333–720 m
<u>A n i o n i</u>		
Cloruri (mgr/l) Cl ⁻	496,4	241,1
Bromuri (mgr/l) Br ⁻	2,0	3,0
Ioduri (mgr/l) I ⁻	urme	1,0
Sulfati (mgr/l) SO ₄ ²⁻	19,7	84,4
Bicarbonați (mgr/l) HCO ₃ ⁻	695,5	695,5
<u>C a t i o n i</u>		
Sodiu (mgr/l) Na ⁺	531,5	412,5
Potasiu (mgr/l) K ⁺	4,2	2,0
Amoniu (mgr/l) NH ₄ ⁺	5,0	5,0
Calciu (mgr/l) Ca ⁺⁺	20,8	16,0
Magneziu (mgr/l) Mg ⁺⁺	15,6	10,7
Fier (mgr/l) Fe ⁺⁺	0,5	1,2
Acid metasilicic (mgr/l) H ₂ SiO ₃	23,3	20,7
Acid metaboric (mgr/l) HBO ₂	—	12,1
Bioxid de carbon liber (mgr/l) CO ₂	8,8	—
Hidrogen sulfurat liber (mgr/l) H ₂ S	0,3	4,4
Mineralizația totală (mgr/l)	1 823,6	1 510,0
Dunitatea totală (grade germane)	6,5	4,6
P.H.	7,5	7,0



BIBLIOGRAFIE

- Liteanu E., Opran C., Radovici I. (1963) Perspectivele descoperirii de ape hipertermale și termominerale în depresiunea pannonică. *Rev. Natura* nr. 5 București.
- Vasilescu Gh., Opran C. (1964) Fundamentarea cercetărilor hidrogeologice, pentru descoperirea de noi surse de ape hipertermale în Câmpia de vest a țării. *D.S. Inst. Geol.* L 1/2. București.
- Paucă M. (1954) Neogenul din bazinile externe ale Munților Apuseni. *An. Com. Geol.* XXVIII București.
- Vasilescu Gh., Nechiti Gr. (1968) Contribuții la cunoașterea geologiei și hidrogeologiei zonei orașului Oradea. *Buletinul societății de științe geologice din R.S.R.*, X, București.
- Dragomirescu C. (1969) Cercetări hidrogeologice pentru ape termominerale, efectuate în zona orașului Timișoara. *Rev. Hidrotehnica, gospodăria apelor, meteorologia* nr. 5, București.

DE L'EXISTENCE DES EAUX THERMOMINÉRALES DE LA ZONE DU MUNICIPE D'ARAD

(Résumé)

Pour déterminer les possibilités de l'existence de certaines couches aquifères de profondeur de la zone du municipie d'Arad, qui par la capacité de débit, le degré de minéralisation et la température de l'eau, pourront constituer des sources d'alimentation dans des buts balnéaires, ont été effectuées, entre 1969–1970, des recherches hydrogéologiques par deux forages de profondeur dans la partie NW de la cité d'Arad, sur la rive gauche de Mureş.

Des essais hydrogéologiques expérimentaux ont été entrepris dans les horizons perméables du Pliocène, du Sarmatiens et de la partie supérieure du soubassement cristallin pour connaître les caractéristiques hydrogéologiques et hydrochimiques des couches aquifères interceptées par des forages au-dessous de 330 m de profondeur.

Les données obtenues nous ont conduit à conclure que le degré de minéralisation et la thermalité de l'eau de ces couches aquifères augmentent par rapport direct aux profondeurs où sont situées les couches aquifères étudiées, mais le potentiel de débit varie en fonction de la constitution des couches perméables.

Dans le périmètre étudié, le complexe aquifère qui peut constituer la plus importante source d'alimentation à eau, dans des buts balnéaires, est engendré dans les horizons perméables, appartenant à la partie inférieure du Pliocène supérieur et ayant une grande capacité de débit artésien.





Institutul Geologic al României

Redactor : MARGARETA PELTZ
Tehnoredactor : ELENA BANDRABUR
Traducători : MONICA TOPOR, ADRIANA VASILESCU
Ilustrația : V. NITU

*Dat la cules: iunie 1973. Bun de tipar nov. 1973. Tiraj: 900 ex. Hirtie
scris I A. Format 70×100/56 g. Coli de tipar 6. Comanda 744. Pentru
biblioteci indicele de clasificare: 55 (058)*

**Tiparul executat la Întreprinderea poligrafică „Informația” str. Brezolanu
nr. 23–25, București-România**



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

**Responsabilitatea asupra conținutului articolelor
revine în exclusivitate autorilor**



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României