

B.I.G.

INSTITUTUL DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ

38736

DĂRI DE SEAMĂ
ALE
ȘEDINȚELOR

VOL. LXV

1977 - 1978

2. ZĂCĂMINTE

38736

BUCUREŞTI
1980



Institutul Geologic al României

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



Institutul Geologic al României

INSTITUTUL DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ

DĂRI DE SEAMĂ

A L E
Ș E D I N T E L O R

VOL. LXV
(1977—1978)

2. ZĂCĂMINTE



BUCUREŞTI
1981



Institutul Geologic al României

CONTENU

	Page
1. G. Istrate, G. Udubășa, Contributions à la connaissance de la métallogenèse du massif banatitique de Budureasa (Monts Apuseni)	17
2. C. V. Papiu, V. Iosof, Silvia Minzatu, Vasilica Neacșu, Florica Popescu, Constanța Udreșcu, R. Puricel, V. Georgescu. La constitution chimique-minéralogique des bauxites de Bihor central	21
3. C. V. Papiu, G. Mantea, V. Iosof, Silvia Minzatu, Constanța Udreșcu, Florica Popescu, Georgea Nedelcu. Etude chimique-minéralogique des bauxites du graben de Someșul Cald	53
4. I. L. Popovici. Sur la filiation des processus métallogéniques des monts Leaota et Iezer-Păpușa	94
5. Lucia Tănăescu, Fl. Gheorghiu, I. L. Popovici. Etude préliminaire des minéralisations hydrothermales de la zone central-orientale du massif Iezer-Păpușa	109
6. G. Udubășa. Lithology Controls of Ore Localization : Blazna Valley Stratabound Ore Deposit, Eastern Carpathians	126
7. D. Zinchenko, P. Andăr, Anca Andăr. La synthèse des résultats de l'analyse statistique effectuée sur les minéralisations stratiformes métamorphisées situées dans les niveaux à sulfures de Burloaia-Gura Băii et de Dealul Bucătii — Monts de Maramureș	187



CUPRINS

	<u>Pag.</u>
1. G. Istrate, G. Udubășa. Contribuții la cunoașterea metalogenezel masivului banatitic de la Budureasa (Munții Apuseni)	5
2. C. V. Papiu, V. Iosof, Silvia Mînzatu, Vasilia Neacșu, Florica Popescu, Constanța Udreșcu, R. Puricel, V. Georgescu. The Chemical-mineralogical Composition of the Bauxites from the Central Bihor	21
3. C. V. Papiu, G. Manetea, V. Iosof, Silvia Mînzatu, Constanța Udreșcu, Florica Popescu, Georgeta Nedelcu. The Chemical-mineralogical Study of the Bauxites from the Someșul Cald Graben	53
4. I. L. Popovici. Asupra filiației proceselor metalogenetice din munții Leaota și Izzer-Păpușa	87
5. Lucia Tănăsescu, Fl. Gheorghiu, I. L. Popovici. Studiu preliminar al mineralizațiilor hidrotermale din zona central-estică a masivului Izzer-Păpușa	97
6. G. Udubășa. Controlul litologic al mineralizațiilor stratiforme de tip Blazna-Cușet din Munții Rodnei, Carpații Orientali	113
7. D. Zinchenko, P. Andăr, Anca Andăr. Sinteză rezultatelor analizei statistiche a mineralizațiilor stratiforme metamorfozate din nivalele cu sulfuri Burloaia-Gura Băii și Dealul Bucătii — Munții Maramureșului	131

Tehnoredactor: ILONA SANDU
Traduceri: ADRIANA BĂJENARU, MARIANA BORCOŞ,
RUXANDRA NEGREA
Ilustraţia: VALERIAN VLAD

Dat la cules: martie 1980. Bun de tipar: iunie 1981. Tiraj: 800 ex. Hărți
scris I A. Format 70×100/56 g. Colii de tipar: 13,5. Comanda: 610. Indicele:
de clasificare pentru biblioteci: 55(058)



I. P. „Informația”, str. Brezoianu 23–25, București,
România



Institutul Geologic al României

2. ZĂCĂMINTE

CONTRIBUȚII LA CUNOAȘTEREA METALOGENEZEI MASIVULUI BANATITIC DE LA BUDUREASA (MUNTII APUSENI)¹

DE

GHEO RGHE ISTRATE și GHEORGHE UDUBAȘA²

Banatites. Diorites. Monzonites. Tonalites. Rhyolites. Magmatic differentiation. Metallogenetic zoning. Pyrometasomatic and thermal contact ore deposits. Minerals—paragenesis. Laramian orogenesis. Petrochemistry. Bihor Mts.

Abstract

Contributions to the Knowledge of the Metallogenesis of the Banatitic Massif from Budureasa (the Apuseni Mountains). The Budureasa banatitic massif has a complex structure, resulting from the emplacement, at short intervals, of some magmatic fractions of composition ever more acid, from quartz diorites and tonalites to monzogranites and, finally, to microgranitic rhyolites and porphyric microgranites. The magmatic phenomena took place in two phases. The first phase consists of two episodes, of the quartz-diorites and of the monzogranites, being of metallogenetic interest, while the second phase, of the microgranitic rhyolite dykes, is devoid of mineralizations. The metallogenesis associated with the two episodes of the first phase of magmatism are marked by distinct hornfels and skarn types as well as by distinct parageneses of associated ore minerals. The early intrusion of the quartz-diorites and tonalites generated pyrometasomatic and thermometamorphic high temperature processes and magnetite mineralizations. Hornfelses and skarns bearing lead-zinc mineralizations formed in connection with the banatites of monzogranitic composition. The galena-sphalerite-magnetite mineralizations from Ciungitura are of particular interest as they actually consist of two parageneses. The magnetite formation took place previously as thermally recrystallization product under the influence of the quartz-diorites, while the galena-sphalerite (\pm chalcopyrite, pyrrhotite etc.) paragenesis belongs to the metallogenetic ensemble generated by monzogranites. The microgranitic rhyolites and the

¹ Lucrare predată la 1 noiembrie 1977, acceptată pentru publicare la 1 noiembrie 1977, comunicată în ședință din 28 noiembrie 1977.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.



porphyric microgranites of the second phase are devoid of mineralizations. The late Laramian dykes, acid differentiates devoid of volatiles, consist of fresh rocks and do not present contact phenomena or associated mineralizations.

Introducere

Masivul banatitic de la Budureasa reprezintă una dintre cele mai nordice apariții la zi a unei importante mase de roci banatitice de pe teritoriul țării și are o structură complexă. Este situat în partea nord-vestică a Munților Apuseni, în zona în care își dău întâlnire patru importante unități geologice și geografice: la nord munții Pădurea Craiului, la sud munții Bihorului, către est masivul Vlădeasa, iar spre vest, bazinul neogen al Beiușului.

Corpul principal reprezintă un lacolit cu formă elipsoidală cu axa lungă de cca 7 km, orientată nord-vest — sud-est și este constituit în principal din monzogranite și, subordonat, din granodiorite și microdiorite cuartifere. Spre est se dezvoltă un corp de compozitie tonalitică — cuart-dioritică ce aflorează neîntrerupt pînă în Valea Iadului, la Stîna de Vale. Suprafața pe care apar rocile banatitice depășește 20 km². În vecinătatea corpului principal se întâlnesc dyke-uri și mici apofize de compozitie granitică sau cuart-dioritică, mai frecvente spre est, în aria masivului Vlădeasa, și spre sud, către corpul banatitic de la Pietroasa. Ocurențele de roci banatitice din întreaga regiune sugerează existența unui important corp eruptiv la mică adâncime, sub cuvertura de depozite sedimentare perm-mezozoice ce constituie autohtonul de Bihor (Istrate, 1977). O primă confirmare a acestei idei a furnizat-o forajul executat de IPEG-Cluj pe Valea Rea, care a interceptat corpul monzogranitic la adâncimea de 300 m.

Formațiunile sedimentare din vecinătatea corporilor banatitice aparțin în cea mai mare parte Triasicului și sunt reprezentate prin gresii cuarțitice și sisturi argiloase violacee seisiene, calcare dolomitică și dolomite campilian-ladiniene și calcare cu accidente silicioase neotriasiche (Blaea, 1963; Boreda et al., 1975). Cu totul subordonat apar și contacte cu calcare, gresii și marno-calcare barremian-aptiene în zonă vestică, între Valea Plaiului și Valea Burzii și în nord, pe Valea Binșelului. Cele mai interesante contacte sunt cele cu dolomitele triasice datorită skarnelor mineralizate ce au luat naștere. Subliniem, de asemenea, existența unor resturi ale cuverturii de depozite triasice conservate pe vîrful Băita (1 350 m) și Dealul Mare (1 210 m), care demonstrează altitudinea maximă la care au fost puse în loc aceste corpori hipoabisale, relativ slabele transformări termo-metamorfice suferite de rocile sedimentare situate în acoperișul acestora și lipsa unor mineralizații în cupola corpului eruptiv. Dimpotrivă, pe flancurile corpului, în special la nivelul pachetului de roci carbonatice triasice se întâlnesc cel mai frecvent skarne calcice și magneziene adesea însoțite de mineralizații.



Scurtă caracterizare petrologică

Masivul banatitic Budureasa reprezintă un lacolit alcătuit din roci preponderent monzogranitice, prezintind însemnate variații structurale și de compoziție. Se întâlnesc, intim asociate și imposibil de separat cartografic, monzogranite și granodiorite cu hornblendă și biotit de culoare roz sau cenușii, care conțin numeroase enclave homeogene microgranodioritice sau microdioritice cuarțifere. Acestea au frecvent dimensiuni centimetrice — ajungând uneori la adevărate blocuri de 5—6 m³, cu forme colțuroase — și sunt foarte abundente la periferia corpului eruptiv. Faptul acesta sugerează consolidarea timpurie a unei cruste periferice microdioritice, injectată ulterior de magma monzogranitică pe cale de răcire. În această regiune eroziunea nu a scos la zi decât partea apicală a lacolitului monzogranitic, deoarece s-au întîlnit resturi din cuvertura mezozoică conservate între Dealul Mare și Dealul Plaiului, și mai spre sud, la Stina de Ardel, unde marnocalcarele și calcarale dolomitice au fost transformate în marmure, predazzite și skarne cu grosular, diopsid și wollastonit.

Corpul tonalitic-cuarț dioritic din partea estică a masivului a fost pus în loc înaintea celui monzogranitic și prezintă la periferie un facies porfiric și îmbogățiri în biotit. La rîndul său, micul corp cuarț-dioritic din Valea Zăpozii prezintă, la contactul cu calcarale neotriasicice, o bordură de 1,5 m de microgranit cu textură rubanată și skarne mineralizate.

Evoluția magmatismului laramic în regiune s-a realizat de la fracțiile mai bazice spre produse tot mai acide (diorite cuarțifere → tonalite → granodiorite → monzogranite) și se încheie cu punerea în loc a unor dykeuri orientate NV—SE și a unor mici apofize de microgranite porfirice și riolite microgranitice ce intersectează atât depozitele mezozoice, cât și copurile dioritice cuarțifere și monzogranitice din corpul principal. Acestea reprezintă ultimele reziduuri ale magmei banatitice de natură sialică, anatectică și s-au pus în loc după ce masa mare de banatite era deja consolidată.

Schematic, succesiunea de punere în loc a rocilor banatitice de la Budureasa poate fi încadrată în două faze :

- Faza I : A. Diorite cuarțifere, tonalite ;
- B. Monzogranite, granodiorite și microdiorite cuarțifere.

Faza a II-a : Riolite microgranitice, microgranite porfirice.

Remarcăm că aproape întotdeauna banatitele încadrate în prima fază — cu cele două episoade, A și B — au generat procese pirometasmatice, autometamorfice și hidrotermale, adeseori însoțite de mineralizații, în timp ce magmatitele din faza a II-a, diferențiate tirzii, sărace în volatile, sunt întotdeauna proaspete și nu au fost însoțite de procese metalogenetice.

Compoziția chimică a principalelor petrotipuri de banatite din masivul Budureasa (tab. 1), ca și conținutul în elemente minore, valoarea indicelui serial Rittmann (între curbele 2 și 3), valoarea indicelui alcali-calcic Peacock = 56,75 % SiO₂ dovedesc apartenența rocilor banatitice



la seriile calcoalcaline caracteristice zonelor orogene și sugerează proveniența magmei prin anatexia materialului sialic al crustei continentale (Giuşcă, 1950; Istrate, 1973³, 1978).

TABELUL 1

Oxizi, %	Diorit cuarțifer	Tonalit	Microdiorit cuarțifer	Monzogranit	Riolit microgranitic
	Valea Zăpozii	Valea Iadului	Valea Hijului	Valea Hijului	Pirlul Zăpozii
SiO ₂	54,89	58,50	61,60	70,22	76,52
TiO ₂	1,29	0,88	0,90	0,44	0,17
Al ₂ O ₃	19,00	17,50	16,00	14,19	12,90
Fe ₂ O ₃	3,87	2,81	2,85	2,01	0,74
FeO	2,90	2,81	2,56	1,05	0,33
MnO	0,15	0,03	0,04	0,02	0,04
MgO	1,58	2,90	2,50	0,89	0,04
CaO	6,52	4,37	4,20	2,09	0,46
Na ₂ O	3,98	3,35	3,45	3,63	3,05
K ₂ O	2,12	1,92	2,54	3,41	4,56
P ₂ O ₅	0,50	0,19	0,33	0,19	0,02
S ⁺	0,15	0,08	—	0,03	0,02
CO ₂	0,20	0,23	0,50	0,19	0,26
H ₂ O	1,24	3,07	2,63	1,47	0,18
Total	99,39	99,69	100,10	99,83	99,19

Considerații metalogenetice

În zona masivului banatitic Budureasa se cunosc în prezent numeroase iviri de minereuri care sănătățe genetic monzogranitelor sau dioritelor cuarțifere, apariția lor fiind condiționată în mare parte de natura variată a rocilor sedimentare înconjurătoare.

Elementele metalogenetice pot fi grupate în primul rînd avînd în vedere asocierea genetică cu magmatitele; evoluției în timp a activității magmatice îi corespunde astfel o evoluție metalogenetică bine definită (tab. 2).

Din tabelul 2 reiese că elementele metalogenetice asociate celor două episoade din prima fază a magmatismului laramic din regiune se diferențiază atât prin tipurile de corneene și skarne, cât și prin paragenezele de minerale metalifere formate. Intruziunea timpurie a dioritelor cuarțifere și tonalitelor a generat procese pirometasomatice și de contact termic de temperatură ridicată prin care au luat naștere:

- corneene cu biotit și spinel cu mineralizații pseudostratiforme de magnetit, pirită și pirotină (valea Sirea);
- corneene cu sillimanit, corindon, cordierit și spinel (Pirlul Iedușului);

³ Arh. I.G.G., București.

TABELUL 2

	Tipuri petrografice	Elemente metalogenetice
Faza I	Episodul A : Diorite cuarțifere și tonalite	<p>(a) Mineralizații pseudostratiforme, magnetit și pirotină cantonate în corneene cu biotit și spinel (valea Sîrca);</p> <p>(b) Minerale de magnetit și skarne granato-piroxenice la contactul cu calcare dolomitice triasice (Valea Zăpozii).</p> <p>— Minerale Pb-Zn+magnetit în dolomitele triasice de la Ciungitura (La Groape).</p>
	Episodul B : Monzogranite, microdiorite cuarțifere, microgranodiorite	<p>a) Ludwigit în marmure cu forsterit și spinel la contactul sudic al masivului;</p> <p>b) Ilvait, pirotină, magnetit și caleopirite în calcare barrenian-apfene (Valea Hîjului);</p> <p>c) Brucit în predazzite (Valea Mare, Stîna de Ardel, Poiana Voivodeasa);</p> <p>d) Galenă și sfalerit ca filonașe în marmure cu brucit (pîriul Risului) sau diseminat în skarne calco-magneziene (Valea Plaiului);</p> <p>e) Pirită și minerale de bismut în skarne magnезiene serpentinizate (Valea Mare).</p>
Faza a II-a	— Riolite microgranitice — Microgranite porfirice	—

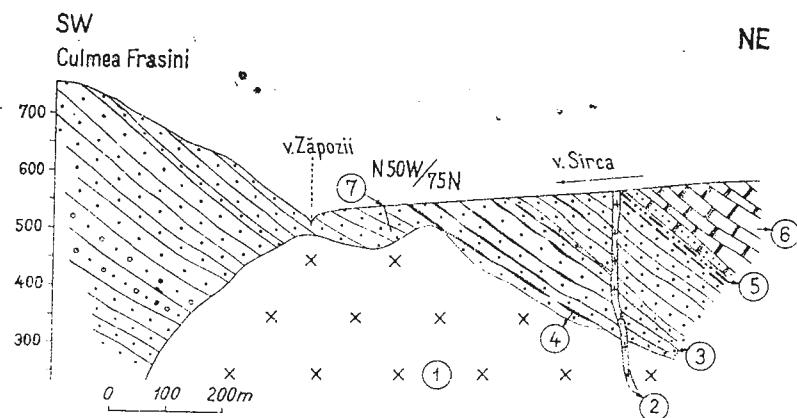


Fig. 1. — Secțiune geologică pe valea Sîrca.

1, diorit cuarțifer; 2, riolit microgranitic; 3, gresii siltice eotriasicce cornificate; 4, niveli piritoase cu magnetit și spinel; 5, zonă de tranziție; 6, calcare dolomitice; 7, filon mineralizat.

Section géologique dans la vallée Sîrca.

1, diorite quartzifère ; 2, rhyolite microgranitique ; 3, grès-siltites éotriasiques cornifiés ; 4, niveaux pyriteux à magnétite et spinelle ; 5, zone de transition ; 6, calcaires dolomitiques ; 7, filonnet minéralisé.

— skarne granato-piroxenice cu mineralizații de magnetit (Valea Zăpozii).

Pe valea Sirca mineralizațiile preponderent pirotoase, cu magnetit, pirotină și calcopirită, au aspect stratiform și sunt cantonate în gresiile fine siltitice negre cornificate de vîrstă werfeniană (seisiană), în zona de tranziție spre calcarele dolomitice (fig. 1). Nivelele mai puternic cornificate sunt alcătuite din 40 % biotit verde-bruniu mărunt cristalizat, cca 2—5 % spinel magnezian sub formă de granule rotunjite, sporadic turmalină și în rest din granule de cuarț recristalizat (pl. I, fig. 1). Spinelul prezintă uneori structură zonară, datorită variației compoziției; zona externă este formată din magnetit (pl. I, fig. 2). O analiză chimică completă a unei probe din această zonă arată următoarele conținuturi (tab. 3) :

TABELUL 3

SiO_2	— 65,75	Na_2O	— 0,05
Al_2O_3	— 11,00	K_2O	— 2,67
Fe_2O_3	— 3,25	S^{2+}	— 0,35
FeO	— 7,50	H_2O	— 0,10
TiO_2	— 0,65	P_2O_5	— 0,17
MnO	— 2,10	Fe total	= 8,11%, recalculat
CaO	— 1,75		
MgO	— 3,25		

Analist : S. Iliescu

Această concentrație slabă de fier a luat naștere prin redistribuirea chimică a fierului prezent în rocile grezoase siltice, sub influența termică a corpului cuarț-dioritic din apropiere. Aportul de substanță a fost minim, constând în special din sulf în stare supracritică. Există și indicii ale unei slabe activități hidrotermale, trădată de filonașele microscopice de epidot și de filonașe ce conțin sfalerit și hematit în gangă de caolinit și montmorillonit ce traversează roca cornificată.

Skarnele granato-piroxenice cu magnetit din Valea Zăpozii formează corperi neregulate, uneori pseudoconcordante în masa calcarelor triasice (fig. 2 a și b). Magnetitul este fin granular și alcătuiește mase compacte neregulate sau benzi discontinue. Local pot fi observate agregate lamelare, în care habitusul cristalelor este propriu hematitului, dar sunt de fapt alcătuite din magnetit, trădând manifestarea fenomenului de muschetovitzare ca urmare a schimbării regimului de $Eh-pH$.

De regulă, magnetitul include și cimenteașă mineralele de skarn, în special granații (grosular brun-gălbui și andradit brun). Grosularul apare ca insule cu chenare de actinot în magnetit, iar andraditul, ca benzi interstratificate cu magnetitul (fig. 3), fapt ce conduce la ideea existenței a două generații de granați.

Alături de magnetit se întâlnesc și cantități mici de galenă și de calcopirită, care adeseori este substituită de hidrogoethit (pl. I, fig. 3), în



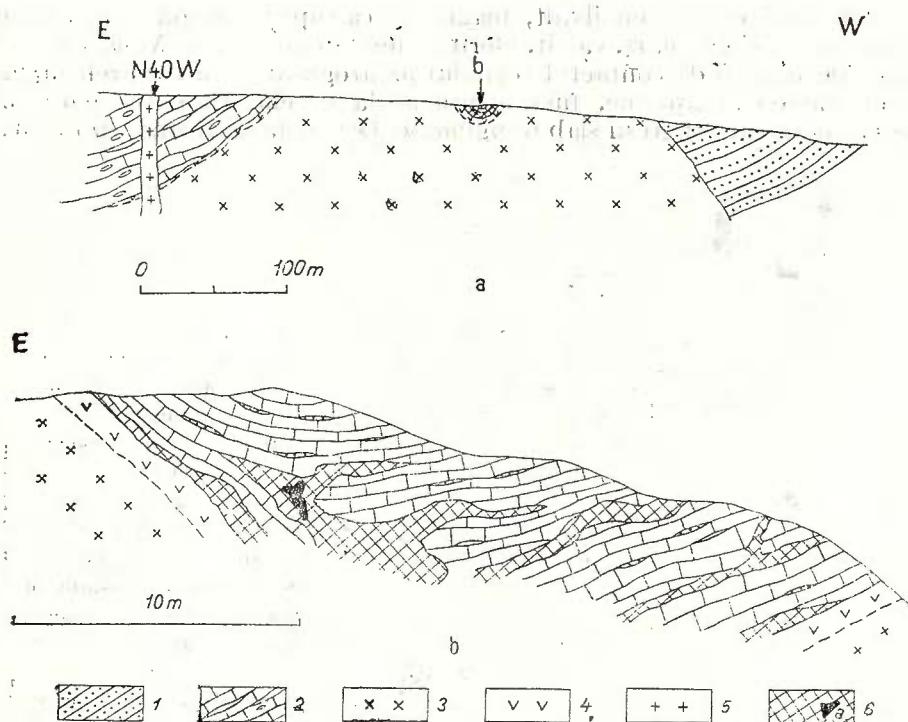


Fig. 2. — Secțiune geologică în versantul stâng al Văii Zăpozii (a) și detaliu privind ocurența skarnelor cu magnetit (b).

1, gresii cuartifere eotriasic; 2, calcare cenușii cu accidente silicioase; 3, diorite cuartifere; 4, facies marginal microgranitic; 5, riolit microgranitic; 6, skarn cu magnetit.
 Section géologique dans le versant gauche de la vallée Zăpozii (a) et détail sur l'occurrence des skarns à magnétite (b).
 1, grès quartzifères éotriasiques; 2, calcaires gris-blanchâtres à accidents siliceux; 3, diorites quartzifères; 4, faciès marginal microgranitique; 5, rhyolite microgranitique; 6, skarn à magnétite.

care căz cuprul eliberat s-a concentrat sub forma unor mici cuburi de malachit. Conținutul în elemente minore al minereului global, al magnetitului și piritei este prezentat în tabelul 4.

Un fapt interesant pentru masivul Budureasa îl constituie identificarea, pentru prima dată, a două minerale relativ rare pe teritoriul țării noastre, și anume ludwigit și ilvaイトul.

Ludwigitul apare pe părțile sudice ale masivului, în marmurele dolomitive, sub forma unor mici cristale prismatice negre, atingînd uneori 3–4 mm, cu tendință de a se aglomera în cuburi sau benzi fine, la nivelul intercalatiilor mai magneziene ale marmurelor. Alături de ludwigit apar spineli, forsterit, clinohumuit, brucit și mai rar flogopit.

Minereul de fier cu ilvait, magnetit, calcopirită și pirotină, având și mici cantități de cuarț, calcit, clorit, a fost identificat pe Valea Hijului la cca 300 m aval de contactul corpului monzogranitic cu calcarele organogene barremian-aptiene, fiind cantonat la nivelul tranzitiei acestora spre marnocalcare și gresii slab feruginoase. Ocurența ilvaitului, sub forma

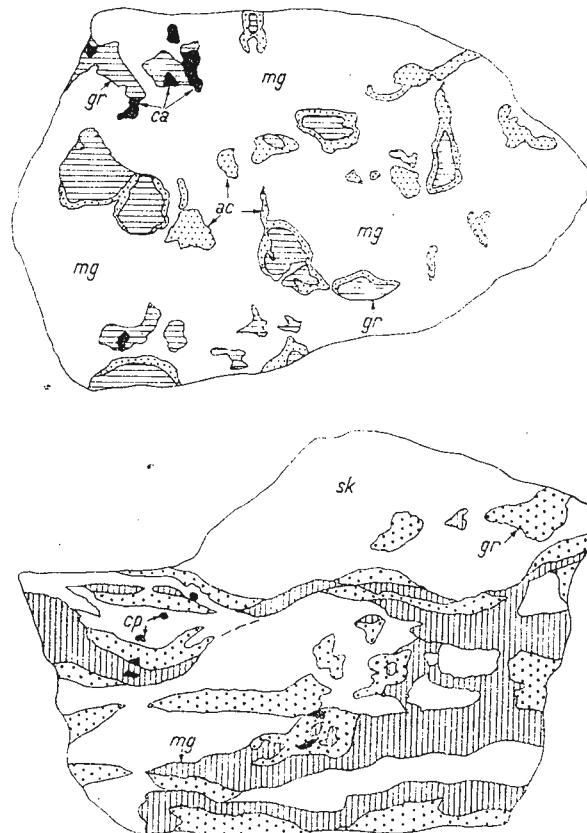


Fig. 3. — Structuri ale skarnelor cu magnetit din Valea Zăpozii (mărime naturală).

Abrevieri : mg — magnetit; gr — granați; ae — actinot; Ca — calcit; cp — calcopirită; sk — skarn microcristalini.

Structures des skarns à magnétite de la vallée Zăpozii (grandeur naturelle)

Abréviations : mg — magnétite; gr — grenats; ae — actinote; Ca — calcite; cp — chalcopyrite; sk — skarn microcristallin.

unei lentile de cca 3 m lungime, este determinată de existența în apropiere a corpului eruptiv și a unei importante falii post-intruziune, urmărită pe direcție NV-SE pe mai mulți kilometri.

Ilvaitul a fost identificat pe cale optică și confirmat roentgenografic; la microscop apare sub forma unor agregate compacte, larg granulare, adesea în cristale idiomorfe de 1–2 mm, cu bireflexie și anizotropie intense, cu nuanțe caracteristice. În secțiuni subțiri prezintă o colorație brun-închisă, cu pleocroism evident : ng — brun-negru; np — brun deschis, biax negativ. Culoarea de birefringență sănătătoare intensă a mineralului⁴.

⁴ O caracterizare mineralologică și paragenetică mai completă a acestei ocurențe de ilvait se află în pregătire.

TABELUL 4

Conținutul în elemente minore al minereului de la Valea Zăpozii (ppm)

Nr. crt	Nr. probei	Materialul analizat	As	Co	Ni	V	Ti	Mn	Ag	Sb	Bi	Cd	Sn	In	Ga	Mo	W	Tl
1	126	Contact centru, probă globală	—	130	280	100	180	4200	20	+	11	+	+	3	8	50	50	+
2	127	Contact vest, probă globală	+	75	9	35	270	1%	3	+	+	+	2	+	3	+	100	+
3	138	Valea Sirca, probă globală	—	12	6	10	230	2200	6	+	15	+	+	+	5	+	210	+
4	133	Gal. Zăpozii, probă globală	—	21	6	160	230	6000	22	+	44	60	+	+	15	400	200	+
5	133	Gal. Zăpozii, pirită	1500	14	15	—	480	950	3	—	3	—	—	—	3	—	—	32
6	133	Zăpozii nord, magnetit	—	40	—	130	90	3000	3	—	3	—	—	—	10	—	—	—
7	132	Zăpozii nord, magnetit	—	23	34	55	440	3000	3	—	3	—	—	—	5	—	—	—

Analist: Viorica Mindroiu

Activitatea postmagmatică asociată monzogranitelor se caracterizează prin apariția de skarne calco-magneziene însotite de slabe concentrații metalifere. Mineralizațiile sunt în general plumb-zincifere, de temperatură mai scăzută, asociată unor parageneze hidrotermale de minerale nemetalifere reprezentate prin: epidot, clorit, calcit, cuart (uneori ametist) și zeoliți. De regulă, se întâlnesc impregnații în marmure cu brucit (pirul Rîsului) sau în skarne (Valea Plaiului).

Pe Valea Mare, în zona confluenței cu Valea Cohului, se întâlnesc, în skarne magneziene complet serpentinizate, acumulații pirotoase ce conțin și minerale de bismut. Minereul pirotoasă arată următoarele conținuturi de elemente minore (în ppm): As 1550; Ni 5; Mn 310; Ag 22; Bi 2000, iar concentratul de pirită: As 1100; Co 155; Ni 34; Mg 30; Ag 3; Bi 3000; Rb 28; Cu 30.

De remarcat că în cadrul rocilor monzogranitice se întâlnesc local filonașe mineralizate. Astfel, pe Valea Burzii și sub Dealul Plaiului au fost identificate filonașe subțiri cu sfalerit și hematit asociate cu actinot, epidot, ametist și illit. Menționăm, de asemenea, apariția cu totul întimplătoare în monzogranit a unor granule milimetrice de molibdenit și a unor cruste lamelare de cupru nativ.

Mineralizațiile de galenă-sfalerit-magnetit de la Ciungitura (La Groape) reprezintă elementul metalogenetic cel mai important și mai interesant al regiunii Budureasa. Aici seria detritică permo-werfeniană suportă dolomitele anisiene în care se dezvoltă mineralizațiile. Grosimea pachetului de dolomite pare redusă, dar este probabil ca relațiile dolomitolui cu seria detritică subjacentă să nu fie de continuitate de sedimentare, ci ele să fie separate de o falie, ceea ce ar spori perspectiva de dezvoltare a



mineralizațiilor în adâncime. Spre sud, către Plaiul Fericii, se întâlnesc marnocalcare și calcare alb-cenușii, probabil carniene, în parte cornificate și skarnizate. Efectele de metamorfism termic nu sunt datorate dyke-urilor de riolite microgranitice sau riolitelor cu pasta șticloasă ce străbat pachetul de dolomite și calcarele, ci intruziunii monzogranitice interceptate cu forajul de pe Valea Rea la adâncimea de 300 m. În acoperișul corpului banatitic, seria calcaroasă cu intercalații de marnocalcare, fin stratificată, este transformată în skarne cu wollastonit, diopsid și grossular, în ale căror interstiții s-au depus, într-o fază hidrotermală subsecventă, scolecit, natrolit, epidot, albit, calcit și minerale metalifere. Ultimile sunt la rîndul lor intersectate de filonașe subțiri de stilbit, clorit și quart.

Mineralizația reprezintă la prima vedere o asociatie comună de minerale metalifere, cu galenă și sfalerit vizibile macroscopic, ce formează acumulări neregulate, vinișoare și cuiburi în masa dolomitului fin granular. La suprafață roca apare intens limonitizată, cu impregnații de minerale metalifere și vinișoare de calcit sterile.

Prin studiul microscopic se constată însă că minereul mai conține, pe lingă galenă și sfalerit, magnetit, mai rar calcopirită, pirită și marcasită. Agregatele de galenă sunt practic întotdeauna învelite, străbătute sau cimentate de anglezit și ceruzit (pl. I, fig. 4; pl. II, fig. 1 și 2) care substitue galena, în timp ce sfaleritul apare ca relict, parțial străbătut de ceruzit. Numai sporadic se observă granule de sfalerit transformate parțial în smithsonit. De menționat, alături de ceruzit și anglezit, apariția hidroxizilor de fier — goethit, hidrogoethit, lepidocrocit — și a sideritului, adesea în alternanțe ritmice, formind texturi colomorfe.

Magnetitul constituie o inadvertență paragenetică în mineralizația de la Ciungitura, căreia îi conferă o anumită particularitate. Se prezintă ca granule subidiomorfe sau cu contururi circulare dispuse, de regulă, în spațiul interstițial, limonitic al dolomitului, mai rar, granule mărunte de magnetit sunt incluse în dolomit sau în ceruzit.

Remarcăm faptul că granulele interstițiale sunt întotdeauna substituite marginal sau pe plane (111) de lepidocrocit, pe cind cele incluse în dolomit nu arată fenomene de transformare. Pe lingă magnetit au mai fost identificate ilmenit și anatas, ca granule izolate, dispuse în apropierea unor benzi fine de pirită din masa dolomitului.

Probe globale de minereu și monominerale de galenă au fost analizate prin fluorescență de raze X și spectral. Galena conține 200—220 ppm Ag și 390—570 ppm Sb; conținutul în elemente minore în probe globale de minereu (ppm) este prezentat în tabelul 5.

TABELUL 5

Nr. crt	Proba	As	Co	Ni	Mn	Ag	Sb	Cd	Mo
1	192	+3	7	.3	2800	350	320	90	+
2	194	+	3	+	4000	82	+	370	27
3	198	+	+	+	7000	6	+	+	42



Se poate remarcă relativă sărăcie în elemente minore. Ag și Sb apar, atât în minereul global cât și în galenă, în conținuturi scăzute, iar Bi lipsește. Prezența molibdenului este semnalată în toate probele de minereu global, fiind o caracteristică geochemicală a mineralizațiilor asociate magmatitelor banatitice.

Trebuie subliniată nota particulară pe care o dă asocierea, în cadrul acestei mineralizații, a magnetitului cu galena și sfaleritul, deoarece sunt reunite de fapt două parageneze formate în condiții de temperatură deosebite. Formarea magnetitului, ca recristalizat termic, reprezintă un element al etapei magmatische sub influența cuarț-dioritelor, „specializate” metalogenetic pentru mineralizații ferifere, în timp ce parageneza galena + sfalerit \pm calcopirită, pirotină etc. se încadrează în ansamblul metalogenetic generat de monzogranite, pentru care sunt specifice și de perspectivă mineralizațiile plumb-zincifere.

Raienarea metalogenetică a masivului Budureasa și perspectivele economice

Din datele prezentate reiese că această regiune nu are, pînă în prezent, premise deosebit de favorabile pentru descoperirea de acumulări de substanțe metalifere. Observațiile de pînă acum au scos totuși la iveală o serie de elemente interesante sub raport mineralologic. Deocamdată singura zonă mai bogat mineralizată o constituie Ciungitura (La Groape) unde a fost conturată și o puternică anomalie geochemicală.

Tinînd seama de caracterele mineralogice, geochemice și de elemente metalogenetice prezentate mai înainte, se pot contura cîteva unități metalogenetice relativ restrînse :

1. Aria concentrațiilor plumb-zincifere Ciungitura are o extindere limitată și este condiționată de dezvoltarea pachetului de calcare dolomitic triasic, în zona de afundare a banatitelor dintre masivele Budureasa și Pietroasa.
2. Aria concentrațiilor plumb-zincifere peri-lacolitice din zona Valea Plaiului — (Valea Mare) — Valea Rea și din Valea Roșie.
3. Aria concentrațiilor de magnetit din Valea Zăpozii, situată în aureola corpului cuarț-dioritic și controlată de existența calcarelor și dolomitelor triasice la contact.
4. Aria unor posibile concentrații de magnetit, vîrful Băița-Valea Iadului, poate fi doar presupusă, tinînd seama de „specializarea” corporilor cuarț-dioritice pentru astfel de mineralizații. Este condiționată de existența pachetului de dolomite triasice sub cuvertura riolitelor de Vlădeasa, la contactul nordic al corpului banatitic.

Concluzii

Lucrarea reprezintă o primă încercare de a sistematiza date de ordin petrologic, mineralogic și metalogenetic în vederea prezentării, într-o imagine unitară, a condițiilor de formare a unor mineralizații cunoscute

și a perspectivei identificării altor concentrații metalifere în masivul Budureasa. Pe baza similarității elementelor metalogenetice recunoscute în regiune cu alte zone, anumite concluzii pot fi extrapolate pentru a deveni premise în alte regiuni.

Astfel, se poate aprecia că masivul banatitic Budureasa are o structură complexă, rezultând din punerea în loc, la scurte intervale de timp, a unor fractii magmatice de compoziție tot mai acidă de la diorite cuarțifere și tonalitate pînă la monzogranite și în final la riolite microgranitice și microgranite porfirice. Fenomenele magmatice s-au desfășurat în două faze. Prima fază a avut două episoade — al cuarț-dioritelor și al monzogranitelor — și prezintă interes metalogenetic, în timp ce faza a doua — a riolitelor microgranitice — este lipsită de mineralizații.

Elementele metalogenetice asociate celor două episoade din prima fază a magmatismului se diferențiază atât prin tipul de corneene și skarne, cât și prin paragenezele de minerale metalifere asociate.

Intruziunea timpurie a cuarț-dioritelor și a tonalitelor a generat procese pirometasomatice și de contact termic de temperatură ridicată prin care au luat naștere:

- corneene cu biotit și spinel cu mineralizații pseudostratiforme de magnetit, pirită și pirotină ;
- corneene cu sillimanit, corindon, cordierit și spinel ;
- skarne granato-piroxenice cu mineralizații de magnetit.

Nivelul mai superficial al intruziei masei monzogranitice se reflectă și în paragenezele skarnelor și de minerale postmagmatice, condiționate în acest caz, în mai mare măsură, de natura rocilor de contact.

Au fost identificate :

- marmure cu forsterit, spinel \pm ludwigit ;
- marmure cu brucit (predazzite) \pm mineralizații de Pb-Zn ;
- skarne cu diopsid și vezuvian \pm wollastonit, grosular, brucit ;
- skarne calco-magneziene cu diopsid-grosular-forsterit-spinel \pm flogopit și minereu Pb-Zn ;
- concentrații metalifere de ilvait, pirotină și magnetit.

În această schemă metalogenetică o poziție deosebită ocupă mineralizațiile de galenă-blendă-magnetit de la Ciungitura în care sunt reunite de fapt două parageneze. Formarea magnetitului a avut loc anterior, ca recristalizat termic sub influența cuarț-dioritelor, în timp ce parageneza galenă-sfalerit (\pm calcopirită, pirotină etc.) se încadrează ansamblului metalogenetic generat de monzogranite.

Riolitele microgranitice și microgranitele porfirice din faza a doua sunt lipsite de mineralizații. Întotdeauna dyke-urile laramice tîrzii, diferențiate acide lipsite de volatile, sunt constituite din roci proaspete și nu prezintă fenomene de contact, nici mineralizații asociate.



BIBLIOGRAFIE

- Bleahu M. (1963) Corrélation des dépôts paléozoïques des Monts Apuseni. *Asoc. Géol. Carp.-Balk., V. Congr.*, III/1, 75—80. Bucureşti.
- Bordea S., Dimitrescu R. (1964) Harta geologică scara 1 : 100 000, foaia Arieşeni, edit. Inst. geol. Bucureşti.
- Bleahu M., Bordea J.osefin a (1975) Date noi stratigrafice și structurale asupra Bihorului de vest. Unitatea de Următ și unitatea de Vetre. *D. S. Inst. geol. geofiz.*, LXI/5, 61—83. Bucureşti.
 - Cioflica G., Vlad S., Iosof V., Panică A. (1974) Metamorfismul termic și metasomatic al formațiunilor paleozoice din unitatea de Arieșeni de la Băița Bihorului. *Stud. cerc. geol. geofiz. geogr.*, 19. Bucureşti.
 - Giușcă D. (1950) Le massif éruptif de la Vlădeasa. *An. Com. Geol.*, XXVIII. Bucureşti.
 - Istrate G. (1978) Petrologic Study of the Vlădeasa Massif. *An. Inst. geol. geofiz.*, LIII. Bucureşti.
 - Rafale A. (1963) Notă asupra rocilor din aureola de contact a masivelor granodioritice de la Pietroasa și Budureasa (munții Bihor). *Asoc. geol. carp.-balk., Congr. V, com. șt.*, II. Bucureşti.
 - Ramdohr P. (1945) Myrmekitische Verwachsungen von Erzen. *N. Jb. Miner., Beih. Bd.*, 79, A, 161—191. Stuttgart.
 - (1969) The Ore Minerals and their Intergrowths. Pergamon Press, 1174 p. Braunschweig. - Rittmann A. (1973) Stable Mineral Assemblages of Igneous Rocks. Springer Verlag. Heidelberg.
 - Savu H., Vasiliu Cecilia (1966) Temperatura de formare a granitului de la Săvîrşin (munții Drocea). *D. S. Com. Geol.*, LII/1. Bucureşti.

CONTRIBUTIONS À LA CONNAISSANCE DE LA MÉTALLOGENÈSE DU MASSIF BANATIQUE DE BUDUREASA (MONTS APUSENI)

(Résumé)

La structure du massif banatique de Budureasa est complexe, ayant résulté de la mise en place — à de brefs intervalles de temps — des corps de composition toujours plus acide, depuis les diorites quartzifères et les tonalites jusqu'à des monzogranites et, finalement, des rhyolites microgranitiques et microgranites porphyriques. Les phénomènes magmatiques se sont déroulés en deux phases. La première phase a eu deux épisodes : l'épisode des quartzdiorites et celui des monzogranites, à métallogénie intéressante, tandis que la deuxième phase (rhyolites microgranitiques) manque absolument de minéralisations.

Les éléments métallogéniques associés aux deux épisodes de la première phase du magmatisme se distinguent autant par le type de cornéennes et des skarns, ainsi que par les paragenèses de minéraux métallifères associés.

L'intrusion précoce des quartzdiorites et des tonalites a eu comme suite des processus pyrométasomatiques et de contact thermique de haute température, qui ont mené à la formation de :

- cornéennes à biotite et spinelle, avec minéralisations pseudo-stratiformes de magnétite, pyrite et pyrrhotine ;
- cornéennes à sillimanite, corindon, cordiérite et spinelle ;
- skarns grenato-pyroxéniques à minéralisations de magnétite.

Le niveau, plus superficiel, de l'intrusion de la masse monzogranitique se reflète également dans les paragenèses des skarns et des minéraux post-magmatiques, qui sont conditionnées dans ce cas-là plutôt par la nature des roches de contact.

On a mis en évidence de :

- marbres à forstérite, spinelle \pm ludwigite ;
- concentrations métallifères d'illvaïte, pyrrhotine et magnétite ;
- marbres à brucite (predazzite) \pm minéralisations Pb-Zn ;
- skarns à diopside et idioocrase \pm wollastonite, grossulaire, brucite ;
- skarns chalco-magnésiens à diopside-grossulaire-forstérite-spinelle \pm phlogopite et minéral Pb-Zn.

Dans ce schéma métallogénique, les minéralisations de galène-blende-magnétite de Ciungitura, dans lesquelles sont réunies, en fait, deux paragenèses, occupent une position particulière. La formation de la magnétite, antérieure, a eu lieu par recristallisation thermique, sous l'action des quartzdiorites, tandis que la paragenèse galène-sphalérite (\pm chalcopyrite, pyrrhotine etc.) se range dans l'ensemble métallogénique engendré par les monzogranites.

Les rhyolites microgranitiques et les microgranites porphyriques de la deuxième phase sont dépourvues de minéralisations. Les dykes laramiens tardifs, différenciés acides sans volatiles, sont toujours constitués de roches fraîches et ne présentent pas de phénomènes de contact, ni de minéralisations associées.

EXPLICATIA PLANSELOR

Planșa I

Fig. 1. — Corneeană cu spinel și biotit. Valea Sirca. Lumină transmisă, N//, $\times 145$.

Cornéenne à spinelle et biotite. Vallée Sirca. Lumière transmise, N//, $\times 145$.

Fig. 2. — Granul de spinel zonat, cu coroană de magnetit în corneene. Valea Sirca. Lumină reflectată, N//, $\times 300$.

Grain de spinelle zonée, à couronne de magnétite dans des cornéennes. Vallée Sirca. Lumière réfléchie, N//, $\times 300$.

Fig. 3. — Calcopirită (alb) substituită cu hidrogoethit și malachit. Valea Zăpozii. Lumină reflectată, N//, $\times 500$.

Chalcopyrite (blanc) remplacée par du hydrogoethite et par de la malachite. Vallée Zăpozii. Lumière réfléchie, N//, $\times 500$.

Fig. 4. — Galenă (alb) substituită cu ceruzit (cenușiu) și anglezit (cenușiu închis-negricios, la contactul galenă-ceruzit). Ciungitura. Lumină reflectată, N//, $\times 300$.

Galène (blanc) remplacée par de la cérasite (gris) et de l'anglésite (gris foncé-noirâtre, au contact galène-cérasite). Ciungitura. Lumière réfléchie, N//, $\times 300$.



Plansă II

Fig. 1. — Galenă (alb) substituită cu ceruzit (cenușiu), în dolomit (cenușiu-negricios). Granulat, cenușiu închis, cu relief mai puternic (centru sus) este siderit secundar. Ciungitura. Lumină reflectată, N//, $\times 300$.

Galène (blanc) remplacée par de la crésuite (gris) dans la dolomie (gris-noirâtre). Les grains gris foncé, à relief plus élevé (centre haut) sont de la sidérite secondaire. Ciungitura. Lumière réfléchie, N//, $\times 300$.

Fig. 2. — Structură de cimentare rezultată prin substituția parțială a dolomitului (cenușiu închis) cu galenă (alb) transformată în ceruzit (cenușiu). Ciungitura. Lumină reflectată, N//, $\times 300$.

Structure de cimentation résultée de la substitution partielle de la dolomie (gris foncé) par la galène (blanc) transformée en cérasite (gris). Ciungitura. Lumière réfléchie. N//, $\times 300$.

Plansă III

Fig. 1. — Sfalerit anhedral (cenușiu) inclus în galenă (alb) și ceruzit (cenușiu închis, cu clivaj romboedric vizibil). Ciungitura. Lumină reflectată, imersie în ulei. N//, $\times 800$
Sphalerite anhédrale (gris) coincée en galène (blanc) et cérasite(gris foncé, à clivage rhomboédrique visible). Ciungitura. Lumière réfléchie, immersion en huile, N//, $\times 800$.

Fig. 2. — Lamele de pirotină (alb) în sfalerit (cenușiu). Ciungitura. Lumină reflectată, imersie în ulei. N//, $\times 1000$.

Lamelles de pyrrhotine (blanc) en sphalerite (gris). Ciungitura. Lumière réfléchie, immersion en huile, N//, $\times 1000$.

Fig. 3. — Granul de magnetit transformat în lepidocrocit, într-o masă fin granular-solzoasă de goethit. Ciungitura. Lumină reflectată, imersie în ulei, N//, $\times 500$.

Grain de magnétite transformée en lépidocrocite, dans une masse finement grenue-écaillouse de goethite. Ciungitura. Lumière réfléchie, immersion en huile, N//, $\times 500$.





Institutul Geologic al României

2. ZĂCĂMINTE

158736

THE CHEMICAL-MINERALOGICAL COMPOSITION OF THE BAUXITES FROM THE CENTRAL BIHOR¹

BY

V. CORVIN PAPIU², VASILE IOSOF², SILVIA MÎNZATU², VASILICA NEACSU², FLORICA POPESCU², CONSTANȚA UDRESCU², ROMULUS PURICEL, VALENTIN GEORGESCU³

Bauxites. Jurassic. Neocomian. Limestones. Karst. Chemical-mineralogical study. Petrochemistry. Distribution of minor elements. Diaspores. Chemical precipitation zones. Central Bihor.

Sommaire

La constitution chimique-minéralogique des bauxites de Bihor central. Les bauxites de Bihor central (Monts Apuseni) se rangent sous rapport géochimique (pareillement aux bauxites du massif voisin de Pădurea Craiului) en trois groupes : bauxites ferriques avec le rapport $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{FeO} > 20$, bauxites ferroferriques, avec le rapport = 20—8 et bauxites ferreuses, avec la valeur du rapport < 4. C'est le diaspore qui en est le principal minéral alumineux (variant entre 60—65 %), suivi par la kaolinite et les chlorites, ces dernières enregistrant des augmentations quantitatives dans les bauxites ferreuses, dont elles en imposent — en association avec la goethite — la couleur. Les oxydes de fer sont représentés par l'hématite et, sporadiquement, par la goethite. Contrairement à la situation des bauxites de Pădurea Craiului, chez lesquelles les trois types de bauxites ont des caractères primaires, les bauxites ferroferriques et ferreuses de Bihor central proviennent des bauxites ferriques par réduction et silicatation sous l'action des solutions juvéniles. Un groupe spécial de bauxites, à caractères secondaires, c'est le groupe des bauxites déferrisées sous l'influence des agents d'altération superficielle, dont la couleur change, allant jusqu'au jaune et même jusqu'au blanc.

¹ Delivered on 15 December 1977, accepted for publication on 12 February 1978, communication in the session on 28 April 1978.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.

³ Intreprinderea geologică de prospecții pentru substanțe minerale solide, str. Caransebeș nr. 1, București.



The material which is going to be dealt with in this paper comes from the central zone of the Bihor Mountains, namely from the deposits which have been recently discovered by R. Purice l and V. G e o r g e s c u in the Sohodoale (Gîrda Seacă), Vîrtop-Casa de Piatră and Ocoale regions. The deposit from the Galbina Valley, which is the best known so far, was studied in detail by the geologists B u l a i and J a c o t ă from I.S.E.M., who established its extension and reserves. A concise chemical-mineralogical study on some samples from the Galbina Valley was made by some of the members belonging to our group ; it was presented in a note (Papiu and collaborators).

The bauxites from the Central Bihor were pointed out by Szádeczky in 1905 and were later mentioned by Pauls (1913) and Beyschlag (1918) ; the latter made also some remarks concerning the tectonic processes that divided the subjacent limestone masses, a phenomenon which was also pointed out by the faulting of the bauxite lenses.

It was only in 1957 that Bleahu and, later, Bleahu and Lubenescu (1959)⁴ resumed the discussion on the bauxite question in a general geological study of the Bihor Massif. On the basis of the information provided by Bleahu in connection with the Galbina Valley we carried out the above mentioned chemical-mineralogical study. The region investigated by Bleahu and Lubenescu lies between the Galbina Valley and the Gîrdoșara Valley. In our previous paper we had the opportunity for underlining the constitutional and structural similarities existing between the Pădurea Craiului bauxites and those from the Central Bihor.

The most recent researches on the Central Bihor bauxites belong to R. Purice l, V. G e o r g e s c u and collaborators (1972—1974)⁵ who studied the region in detail from the geological point of view.

Geological Remarks

The Central Bihor bauxites are situated in the „Bihor Autochthonous Unit”, within which crystalline schists and Mesozoic sedimentary rocks were found. The latter belong to the following ages : Triassic, Jurassic (Lower Liassic, Middle Liassic, Upper Liassic-Dogger and Malm) and Cretaceous (Neocomian, Barremian and Aptian).

The bauxites are to be found at the Upper Jurassic-Neocomian boundary, being covered by the limestones of the Stramberg type which, especially towards the base, are black, changing into white-grey limestones. These limestones are disposed in beds reaching 20—30 m in thickness and make up large synclines trending NE-SW. They show a reefal character, being massive, like the Neocomian limestones which they resemble very much ; that is why the former authors did not differentiate them, applying to them the Jurassic-Neocomian comprehensive term.

⁴ Arch. I.G.G., Bucharest.

⁵ Arch. I.G.P.S.M.S., Bucharest.



The distinction was made later on, first, taking into account the presence of the pachiodonts (Bleahu), then, on the basis of the microfacial studies (Patrulius, Purecel, Georgescu, Floriana Georgescu)⁶.

From the structural point of view, the limestones show a micritic up to sparitic character and are often fossiliferous (molluscs, foraminifera etc.). The thickness of the limestones in the bauxite bed was estimated at 200–300 m.

The bauxites mould the karst paleorelief of the Jurassic limestones and present the following characteristic features distinguishing them from the Pădurea Craiului synchronous bauxites :

- they are never overlain by Charophyte limestones, outcropping or underlying Neocomian reef limestones which start with detrital limestones — rocks that might be synchronous but heteropical up to the Charophyte deposits ;

- they overlie unconformably the subjacent Jurassic limestones whose dip is of 30–40°, according to Bleahu ; that is why they overlie not only the upper level of the Stramberg limestones, but they may overlie all the Malm horizons.

As in the case of the Pădurea Craiului Mountains, the bauxite lenses have variable dimensions which (according to Purice et al.)⁷ are of 50–100 m in length and less than 30 m in thickness. The upper limit of these lenses is plane like in all the karst bauxites.

In the light of the above data, the bauxites have been divided into two groups :

- boundary bauxites, overlain by Cretaceous reef limestones, such as those at Gîrda Seacă and Sohodoale ;

- uncovered bauxites, overlain by a thin recent clay stratum (karst lehm) among which range the bauxites from the Galbina Valley, Virtop, Ocoale and Lumea Pierdută.

From the genetic point of view the bauxite deposits from the Central Bihor, like those from the Pădurea Craiului Massif, belong to two types : primary bauxites, overlying the Jurassic limestones and secondary bauxites or redeposited in other excavations in the karst lehm mass of the recent (Quaternary) deposits. Real Jurassic limestone enclaves of variable size are often found in the bauxite mass to a greater extent than in the Pădurea Craiului Massif, while strong deferrization processes occur in the outlying zones. In the Sohodoale-Pîrîul Boltului sector the white bauxite is found at the upper part of the profile, being underlain by a yellowish-grey friable bauxite, while the main mass of the deposit consists of compact red bauxite. Sometimes the limy mass contains real bauxite bags or lodes indicating the circulation of the bauxite producing solutions through the karst network — a phenomenon which explains also the presence of the "limy bauxites" in the upper part of the lenses.

⁶⁻⁷ Idem 5.

The Chemical-mineralogical Composition

The data which are to be presented are based, first of all, on the results obtained after the correlation of the data provided by the chemical analyses to the ones obtained from the roentgenographic and thermodifferential analyses and are included in Table 1, for 19 bauxites; as a matter of fact, these values are the basis of the drawing up of the diagrams. They are systematized in Table 2 according to the variation limits and averages.

As it will be noticed, these data are meant to confirm the great constitutional unity exhibited by the bauxites in this sector of the Apuseni Mountains, whose characteristics are quite similar to those shown by the bauxites in the Pădurea Craiului Massif.

In the papers drawn up by our group during the last ten years we have presented the constitution of the main bauxites known so far on the Romanian territory, pointing out the similarities and differences recorded. As mentioned before, two samples from the Galbina Valley region were previously studied and presented in a note (Papiu and collaborators, 1970). The mentioned papers indicate that, from a genetic point of view, the bauxites on the Romanian territory belong to the group of karst bauxites which was divided into two groups :

- autochthonous or physico-chemical precipitation bauxites including our main aluminium ores from the Pădurea Craiului Massif, being almost exclusively diasporic bauxites and

- allochthonous bauxites resulting from the reworking and reprecipitation of an allitic material, probably of lateritic origin, being marked by the exclusive presence of the boehmite, such as the Bedoulian-Albian bauxites in the Hațeg Basin and the Santonian bauxites in the Cîmpeni region — Sohodol (the Apuseni Mountains).

Showing the same stratigraphic position and occurrence as the bauxites from the Pădurea Craiului Massif, the bauxites from the Central Bihor present a remarkable similarity and, sometimes, even identity.

The study of the Pădurea Craiului bauxites led us to the drawing up of a chemical classification based on the value of the $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ ratio or, more precisely, the oxidation degree of the iron taking part in the chemical-mineralogical constitution of these bauxites. According to this criterion, we distinguished : ferric bauxites, in which the ratio value exceeds 20, ferroferric bauxites, whose ratio value is below 20 and ferrous bauxites, in which the $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ ratio is below 4.

The ferric bauxites are exclusively hematitic, while the ferroferric ones contain certain amounts of chlorites that fix the bivalent iron. The bauxites belonging to the former group are cherry coloured or red, while the latter group consists of two types differing in colour and mineralogical characteristics : red ferroferric bauxites, in which the hematite prevails and brown ferroferric bauxites, in which the goethite prevails, being sometimes exclusively present, while the diasporic is usually accompanied by the boehmite. Among the ferrous bauxites, green (chlorite)



TABLE 1

The chemical-mineralogical composition of the bauxites from the Central Bihor

Bauxite type	Ferric			Ferroferric			Ferrous			Deferrized		
	Oeoale Pit 8 25/2	Oeoale Pit 6 Ditch 15	Oeoale Pit 25/1	Sohodole Pit 4 m 8	Sohodole Pit 2 m 3	Sohodole Pit 3A m 7	Virotop Pit 5 m 5	Virotop Pit 16A m 5	Virotop Pit 18 m 15	Virotop Pit 1 m 18	Virotop Pit 4 m 7	Virotop Pit 18 m 9
Location	Oeoale Pit 8	Oeoale Pit 6	Oeoale Pit 25/1	Sohodole Pit 4 m 8	Sohodole Pit 2 m 3	Sohodole Pit 3A m 7	Virotop Pit 5 m 5	Virotop Pit 16A m 5	Virotop Pit 18 m 15	Virotop Pit 1 m 18	Virotop Pit 4 m 7	Virotop Pit 18 m 9
Sample number	P8	P25/2	P6	S15	P25/1	9S3	*P2/3	*P3/A ₆	11S	16A/1	P18/11	*6S
Colour	red	red	red	brown	brown	brown	red	brown	brown	brown	brown	brown
Fe ₂ O ₃ /FeO	47.5	35.9	22.7	22.4	21.6	14.9	6.20	3.20	3.1	2.6	2.5	1.9
SiO ₂	2.75	5.65	2.20	2.50	6.05	1.88	1.05	8.10	10.15	8.25	8.50	8.66
Al ₂ O ₃	56.23	55.00	56.20	56.19	56.00	60.96	60.84	47.41	55.62	53.10	47.32	52.21
Fe ₂ O ₃	22.85	22.04	17.71	22.37	21.64	19.71	19.53	22.14	13.11	14.85	19.50	15.00
FeO	0.50	0.64	0.57	1.00	1.00	1.32	3.16	6.92	4.18	5.80	7.65	10.44
TiO ₂	2.90	2.80	2.85	2.80	2.15	3.10	3.00	2.66	2.70	2.80	2.50	2.70
CaO	1.80	1.26	1.80	2.57	1.80	0.24	—	0.20	1.54	1.54	1.54	—
MgO	0.37	0.37	0.66	0.55	0.37	0.31	1.05	0.79	0.89	0.37	0.95	0.75
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.05	0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.05	0.05	0.00
MnO	0.05	0.05	0.06	0.05	0.04	0.13	0.09	traces	0.14	0.10	0.07	0.04
S	0.03	0.02	0.04	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.05	traces
CO ₂	0.76	0.86	0.16	0.67	0.41	0.49	—	—	0.25	—	0.00	0.11
H ₂ O	11.31	11.99	12.59	11.08	11.29	11.58	11.22	11.92	13.68	12.70	12.19	11.16
Total	99.60	100.76	94.09	99.84	100.80	99.63	99.28	100.00	100.78	99.68	99.75	101.05
Diaspore	63.3	59.2	64.7	63.9	60.0	70.3	69.5	49.7	56.1	56.5	49.2	54.3
Kaolinite	5.1	11.0	3.8	3.7	11.3	1.8	—	4.2	14.7	7.9	4.0	5.3
Chlorite	1.4	1.8	1.6	2.8	2.8	3.7	8.9	19.7	11.9	16.5	21.7	29.9
Hematite	22.8	17.5	12.1	20.3	16.1	19.6	18.9	15.4	1.4	10.6	15.0	9.7
Goethite	—	5.0	6.0	2.0	6.0	—	6.6	12.5	4.0	5.0	3.4	13.0
Anatase	2.9	2.8	2.8	2.8	3.1	3.0	2.6	2.7	2.8	2.5	2.7	2.6
Quartz	—	—	<2	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Calcite	0.6	2.2	—	4.6	3.2	0.5	—	—	—	—	0.5	0.8

* Recalculated values without CaCO₃ in the limestones bauxites,

bauxites and black bauxites, pigmented by ferrous monosulphide, sometimes even pyrite bauxites were distinguished; both types are also either prevailingly or only partially boehmite. The chemical-mineralogical study,

TABLE 2
Bauxites from the Central Bihor
Averages and variation limits for the chemical
and mineralogical components

Oxides	Ferric (5 samples)		Ferroferric (2 samples)		Ferrous (8 samples)		Deferrized (4 samples)	
	LV	M	LV	M	LV	M	LV	M
SiO ₂	2.20 6.05	3.83 1.88	1.05 1.46		7.90 10.15		8.51 5.40	1.94 5.40
Al ₂ O ₃	55.00 56.23	— 55.92	60.84 60.96		47.32 55.62		51.29 76.59	67.52 71.41
Fe ₂ O ₃	17.71 22.85	— 21.32	19.53 19.71		13.11 22.14		16.21 8.69	1.60 5.06
FeO	0.50 1.00	— 0.74	1.32 3.16		4.18 10.44		7.46 1.18	0.14 0.43
TiO ₂	2.15 2.90	— 2.70	3.00 3.10		2.50 2.72		2.66 4.65	3.50 3.92
Minerals								
Diaspore	59.2 64.7	62.2 70.3	69.5 69.9		49.2 56.7		53.4 90.0	75.5 81.1
Kaolinite	3.7 11.3	— 7.0	0 1.8		1.0 14.7		5.9 11.6	3.5 6.9
Chlorite	1.4 2.8	— 2.1	3.7 8.9		11.9 29.9		20.4 3.3	0 1.0
Hematite	12.1 22.8	— 17.7	18.9 19.6		1.2 15.4		10.0 8.6	1.6 3.7
Goethite	2.0 6.0	— 3.8	0 0		0 13.0		6.2 6.0	0 1.5
Anatase	2.2 2.9	— 2.7	3.0 3.1		2.5 2.8		2.6 4.6	3.5 3.9
Fe ₂ O ₃ /FeO	— 21.6	— 47.5	— 14.90		6.30 14.90		1.50 3.20	7.40 36.00

correlated to the field data, indicated the existence of two genetic series, namely: a series ranging from the red ferric bauxites to the green ferrous bauxites, that could be remarkably followed in a continuous transi-



tion of about 2 1/2 m in the outcropping from the Schireaua mine --- Pădurea Craiului Massif. The second genetic series starts also from the ferric bauxites, passing through the brown ferroferric ones to the black ferrous type. We interpreted that these transitions reflect the way in which the sediment and the geochemical conditions of the accumulation domain formed : they were oxidizing at the beginning, while becoming ever more reducing in the late and final sedimentation phases. The diasporite is characteristic of the oxidizing media, while the boehmite occurs in the weakly oxidizing or reducing media. We underline the above observation as it will help us further to interpret the secondary genesis of some bauxites from the Central Bihor.

Apart from these rocks that, in our opinion, preserve the primary features of sediments, bauxites showing secondary features are also found ; they are thermally or hydrothermally metamorphosed or, especially, deferrized. The deferrization processes are either epigenetic, connected with supergene solutions generating the superficial alteration phenomenon or connected with the young solutions. They are to be found in the peripheric zones of the lenses or in the zones with fractures of the bauxites from the Pădurea Craiului Massif.

The iron levigation leads to bauxites with an increased amount of diaspores in the case of the supergene deferrization and to kaolin bauxites up to diaspore kaolins or even pure kaolins in the latter case. The deferrization is accompanied by a change in colour from red, through pink, to white or yellowish in the case of the red bauxites and to yellow and then white in the case of the brown bauxites.

Both primary bauxites and bauxites showing advanced deferrization and alteration characteristics were identified in the Central Bihor. According to the value of the $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ ratio, one can distinguish red ferric bauxites, red ferroferric bauxites and brown ferrous bauxites. But from a genetic point of view, as will be shown below, the colour and the chemical-mineralogical features of the brown bauxites represent the effect of the iron secondary reducing processes entailing the formation of ferrous silicates (chlorites) and they do not reflect the primary characteristics of the bauxites.

Unlike the bauxites from the Pădurea Craiului Massif, the bauxites from the Central Bihor contain limestone fragments and many calcitic fissures much more frequently, which accounts for the separation of a "limestone bauxite" group. It is obvious that this group of rocks may comprise bauxites belonging to the three previously mentioned groups as a function of the processes having affected the bauxite deposits containing limestones after sedimentation.

Taking into account the above data, the bauxites from the Central Bihor have been classified into five groups that are used in tables and in the treatment of the subject : 1. ferric bauxites ; 2. ferroferric bauxites ; 3. ferrous bauxites ; 4. deferrized bauxites ; 5. limestone bauxites, belonging in fact to one of the previous groups.



As far as the limestone bauxites are concerned, the values of the oxide and mineral contents were calculated both in the rock as such and after the calcite content had been subtracted, that is in the bauxites str. s. Of the 19 samples mentioned in Table 1, 5 are ferric bauxites, 2 are ferroferric bauxites, 8 are ferrous bauxites and 4 are deferrized bauxites. The bauxites with limestone enclaves also range among these rocks. They are distributed as follows: two samples of (brown) ferrous bauxites, a ferroferric one and a deferrized one.

In Table 2, showing the averages and variation limits of the chemical and mineralogical components, the limestone bauxites were assigned, as on the diagrams, to the respective type, so that the table consists of only four columns.

After examining the distribution of the bauxites to several sectors (Tab. 1) one can put forward the hypothesis according to which the Ocoale bauxites are predominantly ferric, the Sohodoale bauxites are ferroferric or ferrous and more calcareous, while the Virtop bauxites are somewhat more ferrous than the others. However these remarks have a hypothetical character, considering the reduced number of samples that could be analysed.

Geochemical Remarks

The study of the chemical composition of the bauxites from the Central Bihor established the following points (Tabs. 1 and 2):

The main components of these rocks are the Al, Fe, Ti oxides as well as the silica. The aluminium is, first of all, fixed in diaspore and then in the clayey minerals — kaolinite and chlorites — where, as a matter of fact, it is found in the whole silica content. The iron occurs both in its oxidized form (in hematite and goethite) and in its bivalent form (in chlorites). The titanium is fixed in anatase, subordinated in rutile (visible only under the microscope). The other elements are subunitary, except for the calcite, which exceeds the unit in most samples; this fact distinguishes the bauxites from the Central Bihor from the ones from the Pădurea Craiului, in which there are only traces or very small amounts of limestone that may even lack. The magnesium may also lack and can be correlated with the chlorite and the calcite.

As might be expected, the greatest contents of Al and Ti oxides are found in the deferrized bauxites due to the secondary enriching by the iron levigation, which is not true of the other elements or of the silica.

The alkalis, the manganese and the sulphur lack or are present as traces or in an extremely low percentage, being unimportant for the interpretation of the chemical composition of these rocks.

The alumina content in the bauxites from the Central Bihor varies between 47.3 per cent, in a ferrous bauxite from Virtop and 76.6 per cent in a limy deferrized bauxite from Sohodoale. The highest contents are to be found in the deferrized bauxites (about 71.4 per cent); the ferroferric bauxites come next (about 60.9 per cent) and the ferric bauxites follow (about 55 per cent), while the minimum percentages occur in the ferrous



bauxites (about 51.3 per cent). This oxide stands in a certain inverse correlation with the total Fe content in the case of the ferrous and, especially, the deferrized bauxites (Fig. 1). Its variation limits are wider for the deferrized bauxites than for the ferric and ferrous ones, showing very close

Fig. 1. — Binary diagram — $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$ total correlation, at the bauxites from the Central Bihor.
 1, ferric bauxites; 2, ferroferric bauxites;
 3, ferrous bauxites; 4, deferrized bauxites.

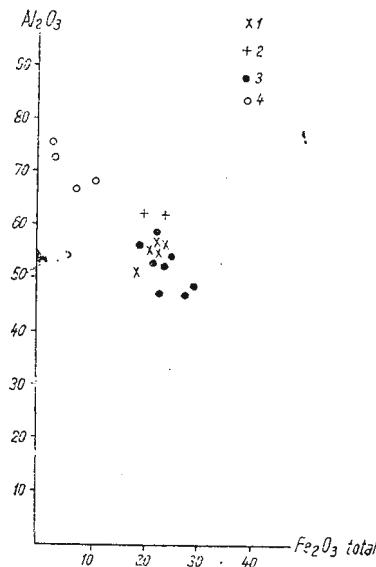
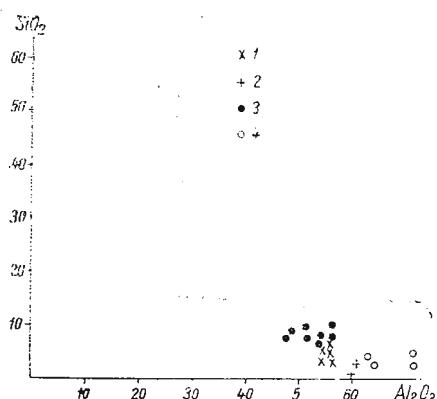


Fig. 2. — Binary diagram — $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ correlation.
 1, ferric bauxites; 2, ferroferric bauxites; 3, ferrous bauxites; 4, deferrized bauxites.



values (a little over 60 per cent) in the case of the ferroferric bauxites. Figure 2 indicates a certain inverse correlation between the alumina and the silica for the ferric, ferroferric and ferrous bauxites, while variable alumina contents correspond to analogous silica amounts in the case of the deferrized bauxites.

The iron occurs in its both forms, ferric and ferrous, an obvious inverse correlation being noticed between these two forms. While the defer-

rized bauxites show minimum iron contents (average of 5 per cent Fe_2O_3 and 0.43 per cent FeO), the total iron contents are considerably close in the case of the other bauxites (average of about 22 per cent), a somewhat higher average in the ferrous bauxites (about 24 per cent) being found.

The ferric iron (Fe_2O_3) reaches the highest percentages, up to 22.8 per cent (in a bauxite from the Ocoale sector), in the ferric bauxites, with the average of 21.3 per cent and gradually decreases to 19 per cent (average) in the ferroferric bauxites, to 16.21 per cent (average) in the ferrous bauxites, in which it may decrease to a little over 13 per cent (a bauxite from the Virtop sector and one from the Sohodoale sector) and can reach the minimum contents in the deferrized bauxites, up to 1.6 per cent in the white bauxites, the average of the deferrized ones being of 5 per cent.

The ferrous iron (FeO) is in inverse correlation with the ferric iron, reaching the minimum average in the deferrized bauxites, where it does not reach 1.2 per cent (average of 0.43 per cent); the ferric bauxites come next with an average of 74 per cent and values of over 1 per cent (a bauxite in the Sohodoale sector); the ferrous iron reaches an average of 2.24 per cent in the ferroferric bauxites and the maximum percentage in the ferrous ones, where it is over 10 per cent (in a limy bauxite at Sohodoale) with an average of 7.5 per cent FeO. The averages are directly correlated with the silica, indicating an increase of the latter, synchronous with the iron formation and the chlorite formation.

The titanium (TiO_2) shows similar values in the undeferrized bauxites (2–3 per cent), somewhat higher in the ferroferric bauxites (average of 3 per cent) than in the ferric and ferrous bauxites, having very close averages (2.70 per cent and 2.66 per cent respectively).

The titanium percentage may exceed 4 per cent in the deferrized bauxites (a deferrized bauxite in the Sohodoale sector). It is in direct relation with the alumina.

The silica shows the highest values in the ferrous bauxites (average of 8.5 per cent), followed by the ferric ones (average of 3.8 per cent), the deferrized ones (average of 3 per cent) and by the ferroferric ones, where the minimum amounts are found (average of 1.46 per cent).

It is worth mentioning the fact that, while the SiO_2 contents vary to a great extent in the ferric and even ferroferric bauxites (1–6 per cent), they show rather constant values (8–10 per cent) in the ferrous bauxites. The iron content ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$) shows rather small variations for similar silica amounts, except for the deferrized bauxites, the highest silica percentages belonging to the ferrous bauxites in which the iron content varies within the same limits. It is also noteworthy that there is no correlation between the silica content and the degree of deferrization of the bauxites with secondary characteristics, which are generally similar to the ferric and ferroferric bauxites in this respect. This is one more argument supporting the opinion according to which this peculiarity of the deferrized bauxites is determined by the supergene solutions and not by a juvenile alteration which would have led to the kaolinization and therefore the increase of the

silica content, as was shown in our papers on the bauxites from the Pădurea Craiului Massif.

The high silica content in the ferrous bauxites is probably due to the fact that the latter contain two types of clayey minerals (chlorites and kaolinites) that fix the silica which appears as a secondary contribution, being simultaneous with the (probably juvenile) iron reduction.

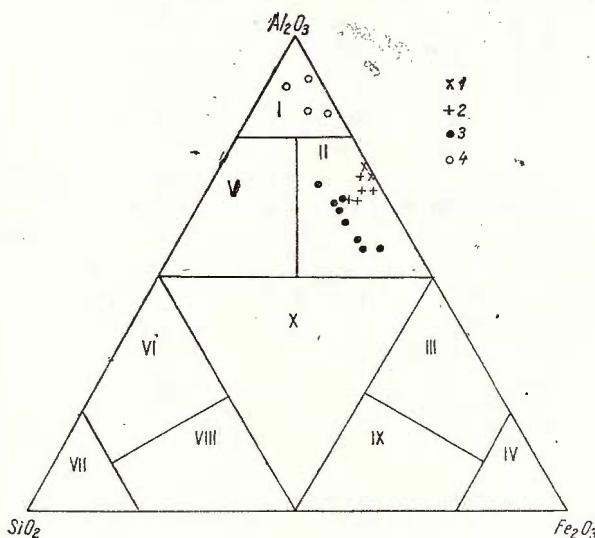


Fig. 3. — Ternary diagram : $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ for the bauxites from the Central Bihor.

1, ferric bauxites; 2, ferroferric bauxites; 3, ferrous bauxites; 4, deferrized bauxites.

The calcium (CaO) is found — as mentioned before — in great amounts, often over 1 per cent and exceeding 2 per cent in a bauxite from the Ocoale sector. Mention should be made of the fact that the calcium is always supraunitary in the Virtop and Ocoale sectors, while it is subunitary in the Sohodoale sector. One should underline the fact that, apart from the majority of ferric bauxites, the other rocks contain calcite sporadically, which does not justify the presence of this oxide; we consider this question open as such calcium percentages cannot come from either absorption retentions or chlorites. The limestone bauxites come exclusively from the Sohodoale sector, where CaO may exceed 25 per cent. Although the bauxites in this sector are often calcareous, the pure bauxites do not contain calcium, which confirms the hypothesis of a subsequent contamination, supposing that the bauxites from the Ocoale sector are fissured to a greater extent and therefore more calcitized than the latter.

The magnesium (MO) is subunitary with two exceptions: a brown bauxite in the Virtop sector and a red limestone bauxite in the Sohodoale

sector. In general, this oxide is not characteristic of a certain type of bauxite, therefore there is no correlation of this order of size, with only one exception when it decreases to 0.06 per cent in the Sohodoale sector. The deferrized bauxites are not poorer in magnesium than the other bauxites.

A ternary diagram comprising the main chemical components : Al_2O_3 — SiO_2 — total Fe_2O_3 (Fig. 3) indicates that all the non-deferrized bauxites belong to the field II — alferrillites — while the deferrized bauxites belong to the field I — allites — being in fact the richest in free alumina of all the analysed types.

The Mineralogical Composition

As already mentioned, in the mineralogical composition of the bauxites from the Central Bihor (Tabs. 1,2 ; Figs. 4,5), the aluminium lies in diaspore, kaolinite and chlorites, the iron lies in hematite, goethite and chlorites, while the titanium lies in anatase and rutile.

The diaspore is the main mineral in all the types of bauxites, reaching the highest percentages in the deferrized bauxites.

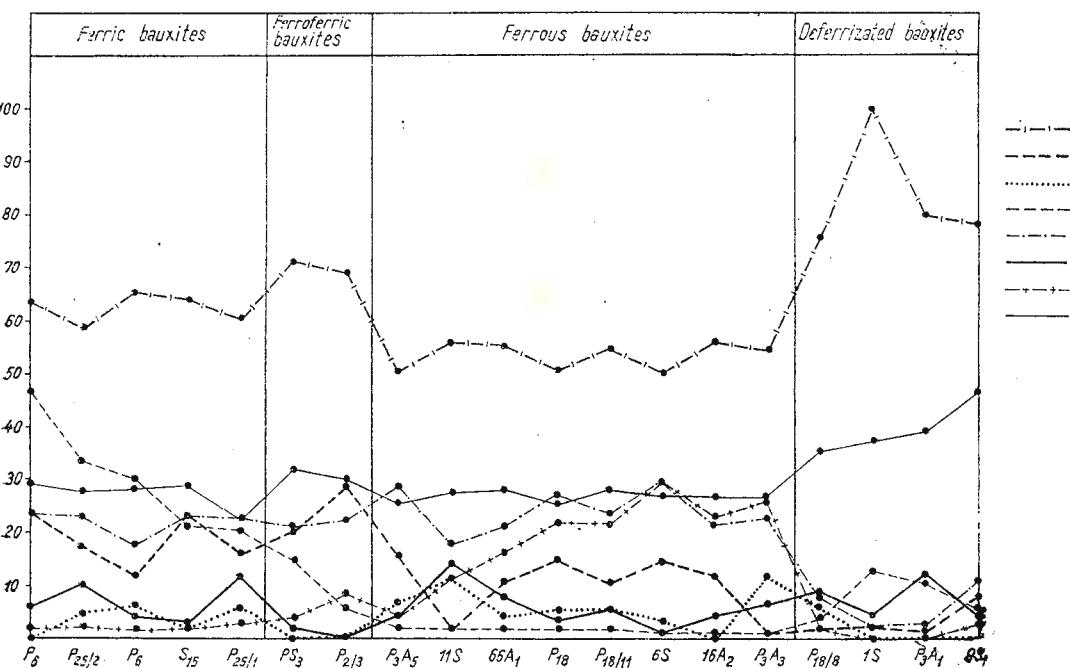


Fig. 4. — Chemical-mineralogical composition of the bauxites from the Central Bihor.
 1, diaspore ; 2, hematite ; 3, goethite ; 4, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$; 5, Fe_2O_3 total ; 6, kaolinite ; 7, chlorite ;
 8, anatase. $\times 10$.

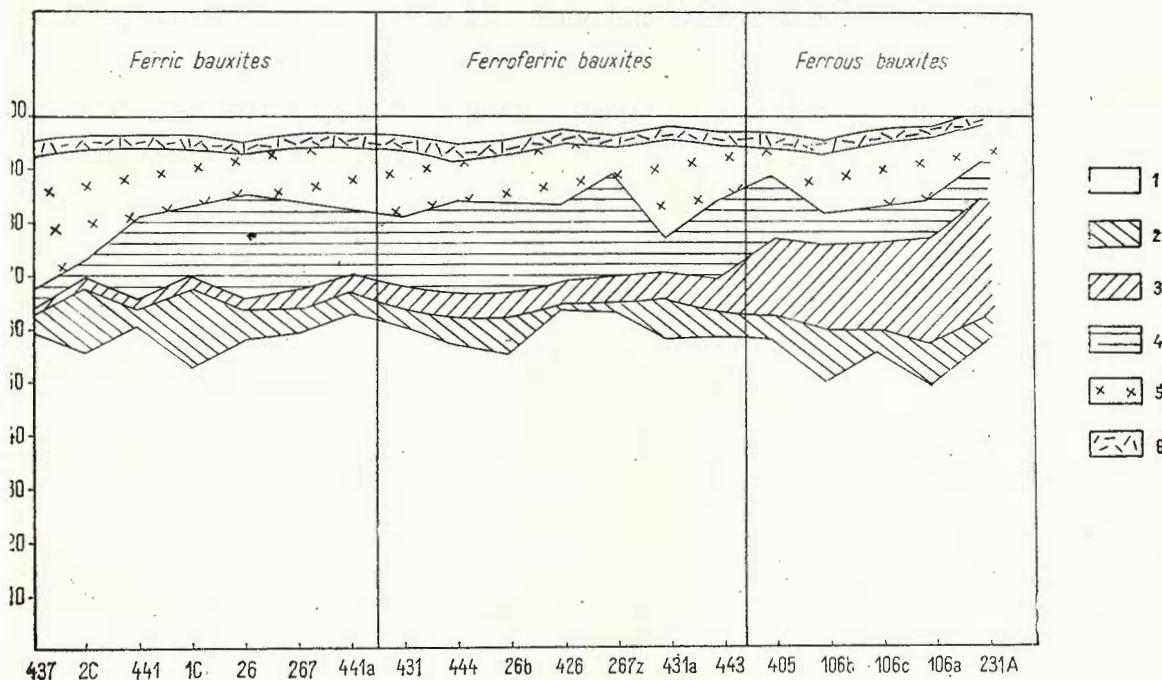


Fig. 5 — Variation of the mineralogical composition of the bauxites from the Central Bihor.
 1, anatase; 2, chlorite; 3, kaolinite; 4, hematite; 5, goethite; 6, diaspore.

The diaspore content is generally of over 6 per cent, varying between 59 and 71 per cent in the ferric and ferroferric bauxites; it reaches higher values for the ferroferric bauxites, in which its average is nearly 70 per cent, as compared to 62.2 per cent in the ferric bauxites. The ferrous bauxites contain the smallest amounts of diaspore, which do not exceed 57 per cent and even decrease to below 50 per cent in a limy bauxite from Sohodoale, owing to the fixation in chlorites. The alumina and the diaspore are in inverse correlation with the total iron content in the deferrized and ferrous bauxites (Fig. 6), but they show no apparent correlation with the chlorites in the case of the ferrous bauxites. Also, the diaspore is in no way correlated with the kaolinite and is somehow inversely proportional to the chlorite content. The highest diaspore contents are present in the deferrized bauxites, reaching 91 per cent (in a limestone bauxite from Sohodoale) and having the average of 80 per cent. The fact that the ferroferric and the ferrous bauxites have no traces of boehmite, like those from Pădurea Craiului, also suggests their secondary derivation from the primary ferric bauxites.

The kaolinite is to be found in almost all the bauxites, with the exception of one ferroferric sample from Sohodoale. There is no correlation

between it and the diaspore or any other mineral. It reaches the minimum amount in the ferroferric bauxites (average below 1 per cent), being followed by the ferrous bauxites in which the kaolinite content varies from 1 per cent (a limy sample from Sohodol) to 14 per cent (a brown bauxite from the same sector). The averages are close to one another (about 7 per cent) in the ferric and deferrized bauxites, having similar variation limits.

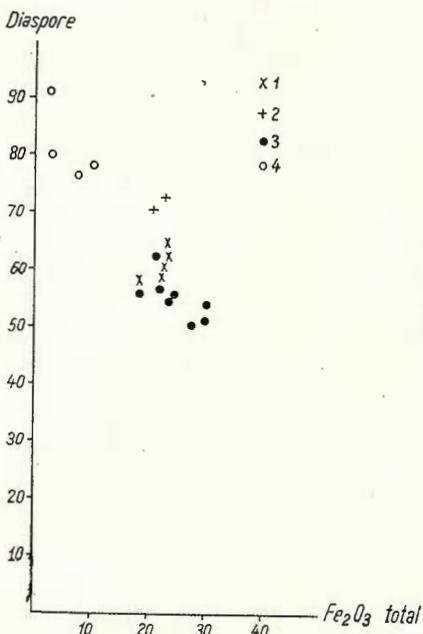


Fig. 6. — Binary diagram — diaspore : Fe_2O_3 total correlation.
1, ferric bauxites ; 2, ferroferric bauxites ; 3, ferrous bauxites ; 4, deferrized bauxites.

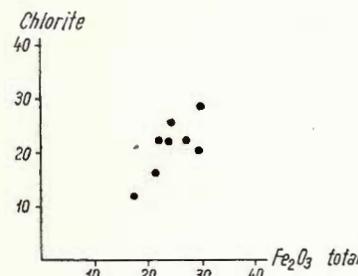
The chlorites comprise both minerals of 7 \AA (septechlorites), which are preponderent, and chlorites proper of 14 \AA^8 . They have been crowded together in this paper. Together with the goethite, they pigment the ferrous, brown bauxites in which they reach 30 per cent (the bauxites from the Sohodoale sector), having the average of 20 per cent and never decreasing below 10 per cent. They do not reach 3 per cent (average of 2.1 per cent) in the ferric bauxites, while increasing in the ferroferric bauxites (average of 5.3 per cent) and decreasing in the deferrized bauxites (average of 1 per cent), in which a sample from Sohodoale has the maximum content of 3.3 per cent. Within the ferrous (brown) bauxites there is an obvious direct correlation between the total iron amount and the chlorite amount (Fig. 7).

The chlorite percentage decreases much to disappearance in the deferrized bauxites. There can be established a certain correlation between the chlorites and goethites, which indicates the secondary genesis, by reduction and hydration, of the ferrous bauxites upon the ferric ones.

⁸ Argument for hydrothermal metamorphism?

The iron oxides are represented by the hematite and goethite. The former appears in great amounts in the ferric and ferroferric bauxites, exceeding 20 per cent (Sohodoale sector), having averages of 17.7 and 19.2 per cent respectively, while the goethite content decreases to 0 in these rocks (it lacks in the ferroferric bauxites, having an average of 3.8 per cent in the ferric bauxites). In the ferrous bauxites, the hematite occurs in all the samples, reaching maximum 15.4 per cent in a limestone bauxite from

Fig. 7. — Binary diagram — chlorite : Fe_2O_3 total correlation for the (brown) ferrous bauxites from the Central Bihor.



the Sohodoale sector (average of 10 per cent) and decreases to 1.2 per cent in a sample from the same sector. We consider this fact as an argument for its primary origin and the formation of the ferrous bauxites by the alteration of the ferric ones that, concomitantly with the hydration, undergo some reduction and silification processes. Analysing the samples separately, no correlation between the hematite and goethite can be established, but this correlation is obvious if we take into account the averages.

The anatase is the main titanium mineral from the Central Bihor bauxites, its percentage being equal to that of the TiO_2 from the chemical analyses. Like the latter, the anatase content shows slight variations in all the types of bauxites — between 2 and 4 per cent — being somehow correlated with the diaspore and existing in greater amounts in the deferrized bauxites. The rutile was sporadically recognized under the microscope⁹.

The calcite is to be found in several bauxites coming from secondary contributions. It was shown in the previous chapter that, in very many cases, although the chemical analysis indicates CaO contents of over 1 per cent, the calcite is entirely subordinated or is absent, especially in the ferrous bauxites. Apart from the highest calcite contents, some dolomite percentages are also present in the limestone bauxites. Small amounts of quartz (up to 2 per cent) were identified by roentgenography and, siderite, in one sample.

A ternary diagram : diaspore-kaolinite + chlorite-hematite + goethite (Fig. 8) indicates that the non-deferrized bauxites belong to the field II (ferriferous bauxites), while the deferrized bauxites lie in the field I of the bauxites s.s. Two ferrous bauxites are situated at the boundary with the

⁹ Indication of hydrothermal metamorphism ?

field V (argillaceous bauxites). If the values for the total iron are recalculated, the iron contents from the ferrous bauxites overlie the ferric ones.

A binary diagram: diaspore-clayey minerals (kaolinite + chlorite) indicates (Fig. 9): the ferric, ferroferric and deferrized bauxites show an inverse relation existing among these components. The ferrous bauxites are poorer in diaspore and are grouped so as to confirm this correlation.

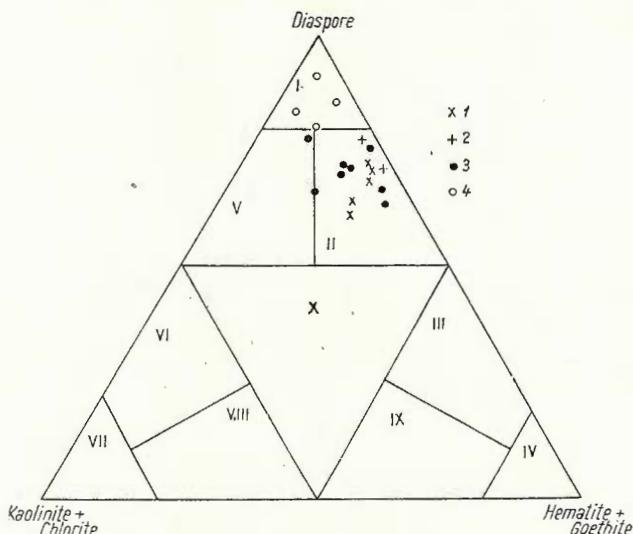


Fig. 8. — Ternary diagram : diaspore-kaolinite-hematite-goethite, for the bauxites from the Central Bihor.

1, ferric bauxites ; 2, ferroferric bauxites ; 3, ferrous bauxites ; 4, deferrized bauxites.

The deferrized bauxites have an eccentric position, much nearer to the diaspore domain, being also the richest bauxites in diaspore. This fact also indicates that some clay minerals (chlorites) are secondary upon the diaspore.

The Petrographic Study

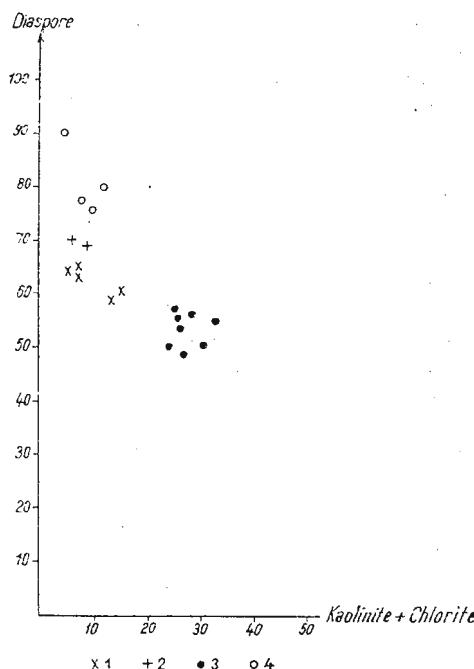
As in the case of the bauxites from the Pădurea Craiului Massif, the petrographic classification of these rocks has been drawn up according to colour, which indicates the chemical-mineralogical composition of the rocks and the reducing potential of their formation. Petrographic remarks have been made in this chapter also on the limestones with bauxite contents secondarily included into their mass or in whose mass bauxites or ooids from the upper horizon with detrital limestones have been reshuffled. The latter horizon was considered by R. Puricel and V. G. Orescu as a synchronous and heterotypical correspondent of the Charophyte

limestones from the hanging wall of the bauxites from the Pădurea Craiu-lui Massif.

Red Bauxites

The colour of the red bauxites shows sometimes pink or brown tinges. The ooidic structure is well represented by numerous corpuscles, quite variable in size, from 0.4 mm to 6.00 mm Ø (Ocoale, Sohodoale),

Fig. 9. — Binary diagram
— diaspore : kaolinite +
+ chlorite correlation.
1, ferric bauxites ; 2, ferroferric bauxites ; 3, ferrous bauxites ; 4, deferri-
zed bauxites.



with which are sometimes associated fragments of pre-existent bauxite (Sohodoale) or it is weakly represented, whence the less obvious ooidic structure.

The mesostasis is abundant or reduced to clearances as a function of the amount of corpuscles (Sohodoale). In general the mesostasis is chloromorphous, intensely ferruginous, undifferentiated in most cases, opaque. Its diasporic nature can be noticed under the microscope in the points with slight deferrizations and recrystallizations.

The structure of the bauxites is massive and a common trending of the corpuscles is only incidentally noticed (Ocoale, Sohodoale).

The shape of the corpuscles is generally ooidic, sometimes round and oval or even angular (Sohodoale), plane or deformed (Ocoale, Sohodoale), fusiform or even tabular (Sohodoale), the latter shapes being the result of corrosion by mesostasis and not of deformation.

The structure of the corpuscles is simple. The monomineral (diasporic or ferruginous) corpuscles are uniform. The diasporic corpuscles are more or less reddish, depending on the hematite amount (Sohodoale). The corpuscles consisting of compact hematite have diasporic crusts of variable thickness, due to which they are recognized in the mesostasis (Sohodoale, Ocoale). When this crust is absent, it is difficult to distinguish them from the mesostasis.

In several cases it was noticed that the hematitic ooids show more or less developed tabular gibbsite crystals (Sohodoale).

The hematitic corpuscles show the greatest size, while the diasporic are less numerous and smaller in size. The diasporic corpuscles contain seldom gibbsite in association (Sohodoale).

Concentric structures are seldom noticed as a result of the alternation of the diasporic and hematitic or limonitic layers (Ocoale).

The fissures crossing the bauxites are generally filled with various minerals. Some of them, which crossed also the ooids, enabled the shift of the fragments from one another. Generally they are irregular (Ocoale). The fine fissures show an obvious parallelism, allowing the separation of the rock in thin plates, suggesting a certain schistosity. Fine, prismatic to acicular diasporite is deposited on these fissures, being perpendicular to the walls. The ferruginous pigment determines the reddish colour. But the diasporite appears also clearly on fissures (Sohodoale). A very low kaolinite content is also present. Other fissures are filled with chlorite, which is associated or not with fine granular, ferruginous material and with anatase (Sohodoale). The chlorite is certainly subsequent to the diasporite and even to the gibbsite from the fissures it crosses. The calcite appears only occasionally (Ocoale), being deposited both on fissures and diffused in the mesostasis. Its grains, with typical cleavage and reduced dimensions (about 0.20 mm Ø) appear mixed with chlorite leaves on the diasporic background of the mesostasis, which appears recrystallized and slightly deferrized. The same chlorite is found moulding the ooids. The solutions which circulated, depositing this chlorite also on the fissures, are prior to the solutions that deposited the calcite. This relation results from the fact that the calcite fissures cross the chlorite fissures. The fine fissures contain sometimes lamellar hematite and fine granular rutile (Ocoale); otherwise they are filled with diasporite, fibrous goethite and rutile.

Pink Bauxites

The pink bauxites represent the initial deferrization stage of the red bauxites. They show a more obvious ooidic structure, especially due to the decoloration of the mesostasis. The latter, which is initially chloromorphic, begins recrystallizing by deferrization (Sohodoale). It presents an undoubtedly diasporic nature. Sometimes the mesostasis is unequally deferrized (Virtop).

The ooidic corpuscles, like the red bauxites, range in size frequently from 0.40 mm to 1 mm Ø, reaching sometimes 5.00 mm Ø. Their shape is much more clear, especially because of the fact that they are only very



little affected by deferrization. They are round or oval (Virtop), seldom spastoidized (Sohodoale).

The nature of the corpuscles is, as in the case of the red bauxites, either diasporic or ferruginous. The structure is also simple, lacking the zonation.

Some diasporic corpuscles are more or less pigmented with ferruginous pigment (Virtop), have a recrystallized diaspore (Sohodoale, Virtop) or consist exclusively of hematitic material (Sohodoale). In the latter case the gibbsite is closely associated with the hematite. Also, the gibbsite, together with the diaspore constitute some ooids. Other ooids consists of recrystallized diaspore, associated with pale-greenish chlorite, red ferruginous pigment and sometimes limonitized lamellar hematite as well as rutile grains (Virtop).

The fissures generally contain chlorite in association with rutile grains, which are seldom accompanied by diaspore crystals (Virtop; Sohodoale) or are filled only with diaspore. The strongly crystallized carbonates are found sometimes also in the central part of the fissures with chlorite. Othertimes the carbonates make up large zones containing fissures with chlorite. One can infer from this relation that this calcite is subsequent to the chlorite. The calcitizations advance from the fissure towards the rock in the irregular zones.

Brown Bauxites

The brown bauxites (Sohodoale) represent secondary goethitization and chloritization stages, whence their colour. The deferrization is marked by the removal of the ferric oxide from the mesostasis and the latter's slight recrystallization, which points to the diasporic nature. Rutile granules can be also noticed in the slightly deferrized mesostasis. The same rutile, of maximum 0.30/0.15 mm in size, round in outline, very seldom idiomorphic, occurs also on the fissures, together with the chlorite.

Locally, where the chloritization affects the mesostasis, the latter presents a particular aspect, the hematite assuming tabular shapes, trending variously, as a function of the chlorite development and the existing space.

The usual ooidic structure, as in the case of the red and pink bauxites, is quite obvious. But owing to levigation, the ooidic corpuscles are sometimes deferrized to a greater extent than the mesostasis. That is why their colour is lighter, but they contain spots incompletely deferrized by the hematite, disposed in a rather concentric manner, which might indicate the initial concentric ferruginous layers.

In general, the composition of the ooidic corpuscles is simple, monomineral, diasporic or ferruginous, with ferruginous crusts in the former case and diasporic or deferrized in the latter case. Sometimes complex ooids with several nuclei, fractured and broken, are also present. The ooidic corpuscles are round, oval or complex; most of them have a ferruginous centre and a diasporic crust of variable thickness, very seldom with two crust-



alternating with ferruginous blankets. The angular fragments of pre-existent bauxite lying in the mesostasis are intensely chloritized.

The fissures are frequent, filled with diaspore and numerous xenomorphic anatase (?) granules. The gibbsite occurs more rarely on the fissures and frequently within the hematitic centres of the ooids.

White-yellow Bauxites

The completely deferrized bauxites are white-yellow. The ooidic structure is hardly visible (Virtop). Still, some bauxites (Sohodoale) have preserved their ooidic structure owing to the fact that the poor limonitic pigment slightly outlines the ooidic corpuscles or because the diaspore is more intensely crystallized than the one in the mesostasis. That is why the ooidic corpuscles are clearer, without ferruginous pigment, but with rich granular rutile.

The mesostasis, completely depigmented, is fine recrystallized (Virtop), allowing the recognition of the diaspore (Sohodoale). Othertimes it preserves a chloromorphic state and the fine recrystallized diaspore occurs only in some spots.

The gibbsite from the ooids is present in smaller amounts than the diaspore, but it is widely recrystallized.

The fissures in the white-yellow bauxites are filled also with diaspore, while lamellar kaolinite deposited in the centre. Othertimes the kaolinite is associated with the diaspore. The exclusively diasporic fissures are sometimes crossed by fissures filled with calcite associated with limonitic pigment. The rutile is connected both with the fissures and the ferruginous spots which represent either the relict nuclei of the ooids or fine initial hematite grains, isolated in the mesostasis.

During the process of deferrization, the iron removal was possible due to the presence of fissures. These fissures contain also fibric goethite here and there.

Distribution of Minor Elements

Within the study of the bauxites from the Central Bihor the following minor elements have been analysed by emission spectrography : Ca, Sn, Ni, Co, Cr, V, Sc, Nb, Zr, Be, Mn, Li, Ba, Sr, Pb and Cu.

Most of these elements are plotted on the diagram of the ionic potentials (Fig. 10) (Shroll, Saure, 1964) in the field of the "bauxitophile" elements showing values of the ionic potential between 3.5 and 7.5.

The analytic data are presented in Table 3. The arithmetical means (X) and the ratios between the maximum and minimum values (X_M/X_m) have been calculated both for the ferric and ferrous bauxites. The high values for Ni and Co, determined in three bauxite samples from Ocoale and Sohodoale, have not been taken into account.

The low values of the ratios between the extreme contents indicate the small variation of the contents in the case of the "bauxitophile" ele-



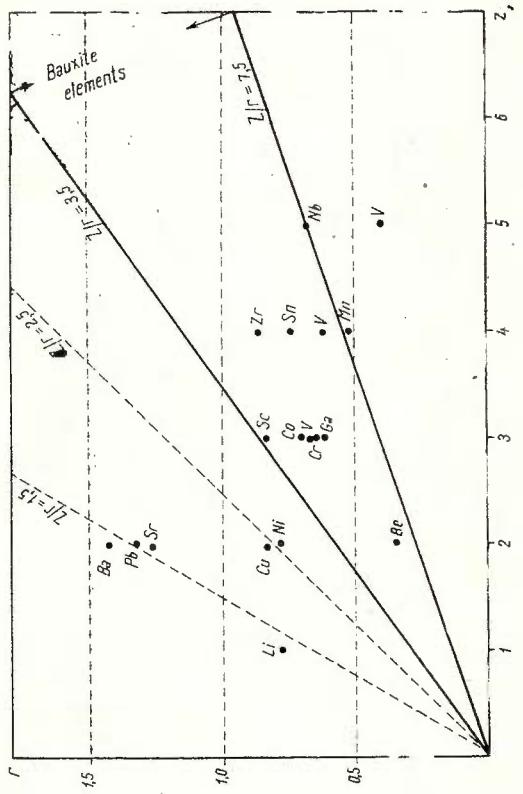


Fig. 10. — Diagram of ionic potential.

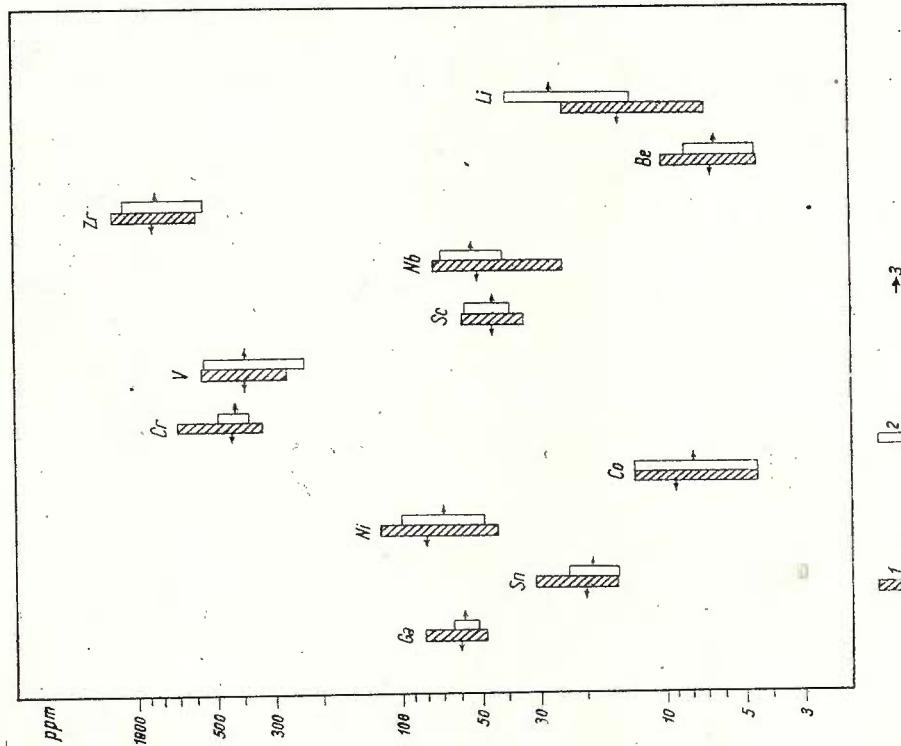


Fig. 11. — Diagram of comparison of the variation domains and the average contents of minor elements for the bauxites from the Central Bihor.

1, ferric bauxites; 2, ferrous bauxites; 3, arithmetical mean.



TABLE 3
The contents of minor elements in the bauxites from the Central Bihof

No.	Sample number	Location	Ga	Sn	Ni	Co	Cr	V	Sc	Nb	Zr	Be	Mn	I.i	Ba	Sr	Pb	Cu
1. Ferric bauxites																		
1	P ₈	Ocoale	48	15	84	13	390	270	47	48	620	5.5	210	5	14	25	110	7.5
2	P _{25/2}	"	50	16	16.5	25	400	295	34	63	870	5.7	95	18	27	65	70	10.5
3	P ₆	"	61	16.5	83	11	460	360	35	58	780	6.1	305	8	22	64	61	9.5
4	S-15	"	53	17	120	12	390	330	48	65	840	5.7	440	14	32	80	105	17
5	P _{25/1}	"	52	15	295	43	420	270	30	63	650	5.7	95	24	30	66	74	11
6	9s-2	Sohodole	66	19.5	75	9.5	405	460	46	64	1100	4.4	320	7	40	63	145	25
7	9s-3	"	55	18.5	75	7	470	485	55	53	1100	7.0	290	7	44	67	154	23
8	12s	"	72	18	49	4.5	440	320	41	46	850	4.7	205	33	145	28	127	12
9	6sa	"	52	31	105	9	350	450	42	37	900	5.4	540	16	43	39	180	11
10	2	"	68	28	95	9	420	430	59	24	860	7.5	720	12	63	41	162	29
11	4	"	74	23	250	95	550	560	45	48	1200	5.8	50	12	21	31	290	90
12	5	"	83	22	96	9	680	520	39	75	830	7.0	100	23	105	81	17.5	17.5
13	6	"	62	22	76	7	380	490	55	40	980	5.3	350	18	40	40	80	26
14	P _{24/2}	Glăvoi	59	24	85	9	380	360	45	50	570	7.2	390	12	81	63	167	37
15	P _{24/16}	"	52	19	74	9.5	330	350	45	51	580	10.5	122	21	140	32	140	15
16	P _{18M_{8,5}}	"	57	19	44	6	360	330	34	650	6.5	720	7	83	43	83	21	
17	17	"	65	19	58	12	420	370	57	57	850	8.1	630	10.5	35	20	54	18.5
18	9.1	"	69	25	100	11.5	510	440	57	46	1050	11	620	17.5	64	25	185	69
19	\bar{X}		61	20.4	81.3	9.3	431	394	45.2	52.2	849	6.6	14.7					
20	XM/Xm		1.7	2.0	2.7	2.9	2.0	2.1	1.7	3.1	2.1	2.4	7.6	3.4	10.3	4.1	16.5	4.9

2. Ferrous bauxites

1	73	Sohodoale	52	21	100	9	370	550	48	42	550	5.4	400	13	92	96	150	21
2	10s	"	64	15.5	53	4.5	425	315	39	48	810	4.7	170	32	94	31	98	12
3	11s	"	64	17	60	5.0	425	350	44	51	850	1.1	180	32	95	42	75	31
4	P3/A3	"	57	16.5	49	5.0	480	400	45	49	1050	5.7	280	30	87	33	105	12
5	P3/A4	"	52	25	110	9	465	680	54	40	1070	4.5	295	21	64	39	46	12.5
6	16/A1	Virtop	61	52	11	410	230	39	70	800	8.3	350	25	120	27	38	7	
7	16/A2	"	63	17.5	63	10	400	440	57	63	880	5.7	230	39	33	72	26	6
8	P18	"	62	22	55	6	440	280	40	60	635	4.8	320	28	60	38	105	14
9	P18/11	"	57	19.5	88	13	420	280	44	66	750	4.8	440	26	17	75	31	6
		\bar{X}	59	18.9	70	8	426	392	45.5	54.3	822	5.4	296	27.3	50.3	3.5	5.8	
		$\bar{X}M$	1.2	1.7	2.2	2.9	1.3	2.4	1.5	1.7	1.9	1.8	2.6	3.0	7.1			
		$\bar{X}m$																

3. Deferrized bauxites

1	P18/8	Virtop	21	56	13.5	6	70	14	340	330	40	78	260	1000	7	10	65	8.5
2	5s	Sohodoale	23	58	24	11	120	9	380	490	41	36	285	850	3.1	100	34	29
3	Ps-1	"	45	61	11.5	19	63	7	480	420	45	70	140	1400	7.5	38	63	6
4	P3A/1	"	18.5	85	13	16	35	8	645	340	48	75	24	1000	12	46	105	21

4. Limestone bauxites

1	P2A/2	Sohodoale	80	50	16	8.5	68	7	320	335	37	390	565	4	88	97	33
2	6sb	"	58	62	18	8.5	100	9.5	350	330	34	330	570	6.5	73	108	20
3	1	"	86	53	12	34	86	10	310	435	45	46	575	7	30	57	6

\bar{X} = arithmetical mean; Xm/Xm = ratio between the maximum and minimum value.



ments. The other elements determined, namely Mn, Ba, Sr, Pb and Cu show a greater content variation. That is why average values have not been calculated for these elements.

The diagram at Figure 11 depicts comparatively the variation and the average contents for the ferric and ferrous bauxites. One can notice

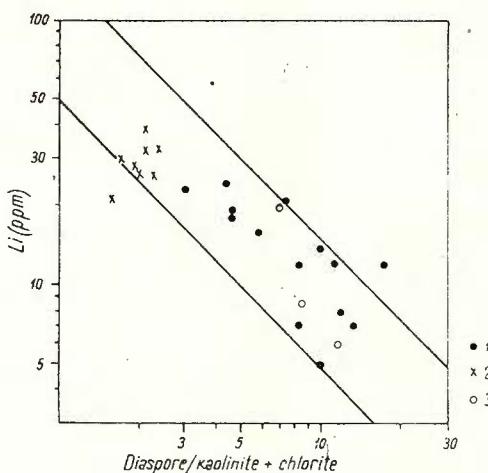


Fig. 12. — Binary diagram
— Li : diaspore/kaolinite
+ chlorite.
1, ferric bauxites ; 2, fer-
rous bauxites ; 3, deferri-
ozed bauxites ;

the similarity between these two chemical-mineralogical types as regards the contents of minor elements. The fields of variation overlap, while the average contents are in fact equal. Only Li shows a tendency of enriching in the ferrous bauxites. This fact is obvious on the diagram at Figure 12, in which the Li contents are represented as a function of the diaspore/(kaolinite + chlorite) ratio.

The tendency of lithium accumulation in the ferrous chlorite bauxites showing low values for this ratio is noticed. This behaviour of the lithium was also pointed out in the case of the bauxites from the Pădurea Craiului and Hațeg (Papiu, Udreșcu, 1973), confirming the conclusions reached by Gutkin (1969); the latter thinks that the presence of lithium in bauxites is in direct correlation with the clay content.

Figures 13 and 14 show the diagrams of Ni-Co and V-Sc correlations. One can notice the grouping of all the analysed bauxites in the domain 5–10 for the Ni/Co relation and 6–12 for V/Sc.

On the Co-Be diagram (Fig. 15) the bauxites from the Central Bihor are plotted in the field occupied by the karst bauxites, partly overlapping that of the bauxites from the Pădurea Craiului. It is worth mentioning the fact that most of the bauxites from the Central Bihor are plotted outside the field of the bauxites from the Pădurea Craiului at lower Be values. This fact concerns especially the ferrous bauxites, of which only one sample is plotted in the field of the bauxites from the Pădurea Craiului.

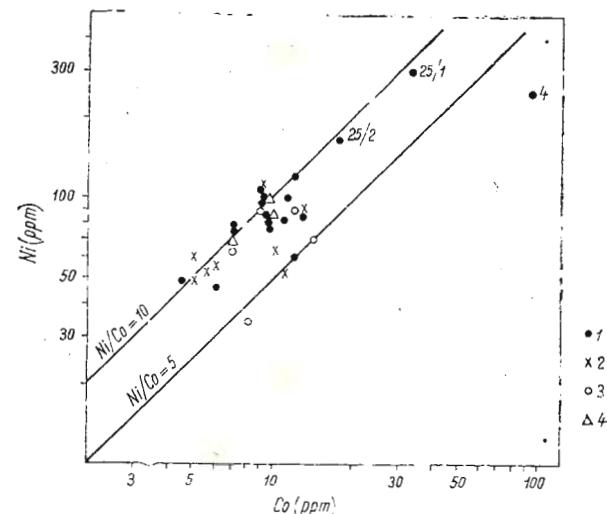


Fig. 13. — Diagram of Ni :

Co correlation.

1, ferric bauxites ; 2, ferrous bauxites ; 3, deferrized bauxites ; 4, (limestone) carbonated bauxites.

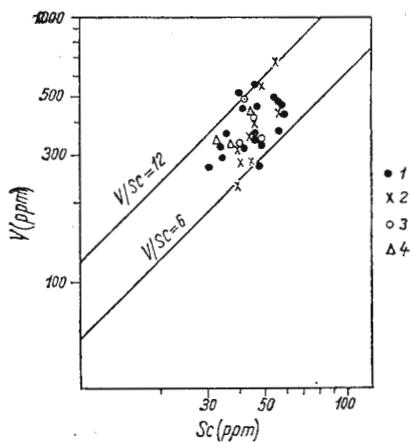


Fig. 14. — Diagram of V : Sc correlation ;

1, ferric bauxites ; 2, ferrous bauxites ; 3, deferrized bauxites ; 4, limestone bauxites.

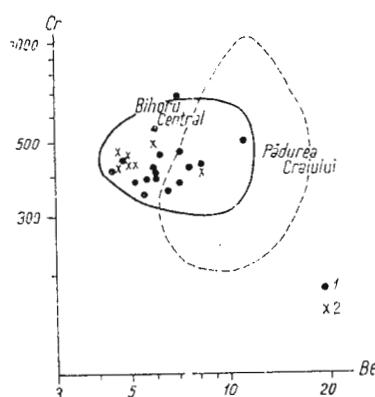


Fig. 15. — Cr-Be diagram for the bauxites from the Central Bihor and Pădurea Craiului.

1, ferric and ferroferric bauxites ; 2, ferrous bauxites.

Table 4 shows comparatively the variation fields and the arithmetical means of the contents of minor elements of the bauxites from the Central Bihor and Pădurea Craiului. The ferric bauxites from the two regions are compared on the one hand and the green ferrous bauxites, on the other hand.

TABLE 4

Comparative table of the contents of minor elements in the bauxites from the Central Bihor and Pădurea Craiului.

Element	Ferric bauxites				Green ferrous bauxites			
	Central Bihor (n = 18)		Pădurea Craiului (n = 13)		Central Bihor (n = 9)		Pădurea Craiului (n = 6)	
	Δ	\bar{X}	Δ	\bar{X}	Δ	\bar{X}	Δ	\bar{X}
Ga	48–83	61	32–61	43	52–64	59	3–36	49
Sn	15–31	20.4	5–17	11.9	15.5–25	18.9	9–40	18
Ni	44–120	81	24–308	138	49–110	70	96–215	172
	165–295 (n=3)							
Co	6–13	9.3	<20–72		4.5–110	8	<20–47	
	25–95 (n=3)							
Cr	330–680	431	272–>1000	405	370–480	426	380–990	610
V	270–560	394	215–>1000	372	280–550	392	290–>1000	530
Zr	570–1200	849	540–1080	808	550–1070	822	620–960	792
Be	4.7–11	6.6	8.5–14	10.5	4.5–5.7	5.4	4.5–11.5	8.7
Mn	95–720		76–>1000		170–440	296	420–>1000	
Li	5–33	14.7	<5–675		13–26	27.3	14–198	
Ba	14–145		10–152		17–120		9–64	
Sr	25–81		9–522		31–96		42–234	
Pb	17.5–290		73–225		26–150		21–278	
Cu	7.5–90		<15–167		6–31		<15–86	

Δ = variation domain ; \bar{X} = arithmetical mean

The table indicates in the first place the more restricted fields of variation for the "bauxitophile" elements from the Central Bihor bauxites. Higher Ga contents and lower Be, Ni and Li contents in the Central Bihor than in the Pădurea Craiului can be noticed.

The ferric bauxites show also higher Sn contents in the Central Bihor, while the green ferrous bauxites show higher Cr and V contents in the Pădurea Craiului.

One should mention also the very close Cr and V values for the ferric bauxites in the two regions as well as the variation fields and the equal average Zr contents in both chemical-mineralogical types of the two regions compared.

Genetic Remarks

In the introduction concerning the geology of the bauxite-bearing region from the Central Bihor we pointed out the striking similarity existing between the occurrence and the characteristics of the bauxites from this region and those from the Pădurea Craiului Massif. The previous studies on these rocks, made by our group, led us to the following conclusion regarding the genesis of these bauxites : they formed by physical-chemical



precipitation at the surface of the Upper Jurassic karst, from hyperacid waters containing Al, Fe and Ti ions, after the rising of the *pH*, by a rapid mixture with the bicarbonatic waters or from colloidal solutions stabilized by organic protection colloids, after their destruction in the weakly alkaline medium of the karst waters. This interpretation was later used (Papiu and collaborators, 1970) also for the explanation of the bauxites from the Galbina Valley in the Central Bihor.

As in the case of the bauxites from the Pădurea Craiului Massif, among the bauxites from the Central Bihor were identified red ferric and ferroferric bauxites, making up the main allitic mass in the region. We consider that the ferric bauxites maintain the primary character of the sediment, deposited in an oxidizing medium, in a siderolitic facies in association with the kaolinite, the mineral characteristic of the lateritization processes. The allitic precipitate moulds the relief of the cavity in which it is deposited, reaching sometimes the fissures and filling them like some lodes. But unlike the bauxites from the Pădurea Craiului Massif, the ferrous bauxites from the Central Bihor are rocks with obvious secondary characteristics, formed as a result of the hypogenous alteration processes that took place in the mass of the ferric rocks, manifested by the partial goethitization of the hematite and by the formation of the chlorites under the strong impact of some siliceous reducing solutions. The total iron content is generally similar for all these types of bauxites, while the free alumina and the hematite ratios decrease in the ferrous bauxites owing to the chloritization process. Unlike the bauxites from the Pădurea Craiului, the ferrous bauxites from the Central Bihor are not boehmitic, which confirms the hypothesis of their secondary genesis. As a matter of fact, the petrographic study also points out this secondary origin of the ferrous bauxites whose brown colour is due to the mixture of chlorites and goethite. The chloritization occurs especially in the fissured and breccious zones.

Thus the ferroferric bauxites would represent a first intermediary stage of alteration between the ferric and ferrous bauxites.

The genesis of these reducing siliceous solutions is probably hypogenous, but the magmatic phase connected to it cannot be specified.

The second type of alteration is the deferrization, an exogenetic phenomenon which occurs especially at the periphery of the lenses and in the zones of intense fissuration of the bauxites. The white bauxites, the final product of these processes, constitute the richest mineral in aluminium. The fragmentary material, the ooids and the most fine granulated material may fill secondarily some fissures from the limestones, suggesting secondary diaclasis.

One should mention the limestone bauxites which constitute the only clastic element found in the bauxite mass. It is obvious that their origin is connected with the fragments and blocks fallen from the walls of the dolines that overthrew and were included in the mass of accumulating bauxite muds; this phenomenon was also found, perhaps in a lower degree, in the bauxites from the Pădurea Craiului Massif.



Taking into consideration the present state of knowledge, the genesis of the bauxites from the Central Bihor, as compared to that of the bauxites from the Pădurea Craiului Massif, is considered to be different as regards the sedimentation; thus, at the end of the bauxitogenesis phase there was no reducing phase of changing into swamp, entailing the formation of ferroferric and ferrous bauxites as a consequence of the changed characteristics of the geochemical accumulation environment, previous to the appearance of the lacustrine environment, in which the Carophyte limestones accumulated. Therefore the essential genetic difference found between the bauxites from the two sectors lies in the fact that the ferrous bauxites show a primary character in the Pădurea Craiului Massif and a secondary genesis in the Central Bihor.

Deferrization processes, which are manifested especially at the peripheric ends and in the fissuration zones of the bauxites, take place in a plainly subsequent phase and under the action of the supergenous waters. Sometimes fine bauxite material or ooids and even bauxite fragments penetrate on the larger fissures in limestones; they cement with calcite, thus appearing in the limestone from the bed of the lenses. Othertimes other materials appear in the limestones from the hanging wall, bearing no relation to the fissures; they are of course reshuffled at the base of the Neocomian limestones.

As regards the original material of the bauxite producing solutions, we think it might have been a laterite, formed on silicated rocks, dissolved afterwards, in the siderolitic phase (Wealdian facies), at the beginning of the Neocomian, in waters with low *pH* of swampy type from the heterotrophic lakes. Some of the lateritic powders might have been carried by the wind or running waters, as is supposed by several researchers (R o c h , 1974; N i c o l a s , 1970; N i c o l a s and C a r q u e t , 1972, 1973); but afterwards they became soluble and maintained in solution until the precipitation, moulding pre-existent karst reliefs. Subsequently, after the fissuration and brecciation of the limestones, the bauxite material which is either fine, showing a great dispersion, or fragmentary or ooidic, may be introduced by the circulation waters into the limy mass and then recemented with calcite. Also, as it was shown above, such material may be reshuffled in the base of the Neocomian limestones from the hanging wall. This fact explains the presence of the bauxites in limestones sometimes, when they fill the fissures exclusively, and may show a pseudodelike character. In the rocks of the bed, such a character is the consequence of the primary precipitation of the bauxites in the Neocomian limy rocks and of their subsequent filling with bauxite powder.

General Conclusions

The bauxites from the Central Bihor range, like all the bauxites on the Romanian territory, among the karst bauxites, overlying Jurassic limestones and underlying marine Neocomian limestones; they form,



between these two units, a continental siderolitic episode in the facies assigned to the Wealdian.

As far as their age, occurrence, chemical-mineralogical composition and, to a great extent, the content of minor elements is concerned, they resemble the bauxites exploited at present in the Pădurea Craiului Massif. Like the latter, the bauxites from the Central Bihor are diasporic rocks with high iron contents. In this respect, ferric bauxites were also separated in this massif, showing the $\text{Fe}_2\text{O}_3 > 20$ relation, ferroferric bauxites, in which the relation varies between 4 and 20, and ferrous bauxites, in which the value of this relation decreases below 4. It is noteworthy that the deferrized bauxites contain the highest diaspore percentage. The variation limits of this mineral are between 50—90 per cent, increasing in the following order : the ferrous bauxites, the ferroferric bauxites and the deferrized bauxites, according to Table 2. Since the ferric bauxites prevail and occupy an intermediary position as regards the free alumina, we think that the latter must be in a general average of 60—65 per cent (according to the data available).

The total silica varies between 1—10 per cent, being fixed in clayey minerals : kaolinite and chlorites, which are much more abundant in the ferric and deferrized bauxites (average 7 per cent) than in the ferrous (average of 6 per cent) and ferroferric (1 per cent) ones. On the contrary, the chlorites prevail in the ferrous bauxites (average of 20 per cent), being followed by the ferroferric bauxites (average of 6.3 per cent) and decreasing to 2 per cent in the ferric bauxites and to 1 per cent in the deferrized bauxites.

The iron is found especially in the form of oxides, among which the hematite abounds in the ferric and ferroferric bauxites (averages of 16 per cent and 19 per cent), while decreasing to the average of 10 per cent in the ferrous bauxites and to 3.7 per cent in the deferrized ones. The goethite occurs especially in the ferrous bauxites, lending them, together with the chlorites, the brown colour. The ferric and ferroferric bauxites are red, like the great mass of bauxites from the Pădurea Craiului Massif. The pigment decreases by deferrization, the bauxites getting pale hues that pass from red to pink and from brown to yellow and finally to white bauxites, the latter being the richest in alumina. The titanium, found in the form of anatase, varies between 2 and 4 per cent, being correlated to the alumina content. An inverse correlation between the alumina and the iron exists only for the ferrous and deferrized bauxites.

Unlike the bauxites from the Pădurea Craiului, the bauxites from the Central Bihor contain very often enclaves of Jurassic limestones, which are more or less corroded, as well as generally supraunitary percentages of CaO, independent from limestones ; the bauxites from the Pădurea Craiului actually lack this component.

As regards the minor elements, the resemblance is also remarkable, showing a slight difference especially in the case of the ferrous bauxites within the Cr-Be diagram and also as far as the Zr, Cr and V contents are concerned.

From a genetic point of view, we think that the bauxites from the Central Bihor formed by physical-chemical precipitation from hyperacid or colloidal solutions, as a result of the mixture with the karst bicarbonatic waters, moulding the cavities of the paleorelief, like the ferric bauxites from the Pădurea Craiului Massif. But the ferroferric and ferrous bauxites are produced by the secondary alteration, reduction, silication and hydration of the ferric oxide (the hematite), the alumina coming from diasporite under the impact of some juvenile solutions. Thus, from a genetic point of view, the reduced bauxites from the Central Bihor differ plainly from the bauxites with similar chemism from the Pădurea Craiului Massif, which, as shown in some previous papers, have a primary origin, being deposited in the final stages of sedimentation, that is in the stages when the oxidating environment at the beginning of the accumulation was gradually replaced by a reducing environment by a process of changing into swamp. We admitted that the raw material of the allitic solutions would have been represented by basic lateritized pyroclastites, in the case of the bauxites from the Pădurea Craiului Massif. This hypothesis is also valid for the bauxites from Bihor, without however including any additional argument in its favour.

The lode characteristics, that is the presence on the fissures of the limestones of the bauxitic material, is due to the primary precipitation over the Jurassic limestones from the bed and by secondary filling with bauxite powder or even with ooids and small fragments in the Neocomian limestones of the hanging wall in which the bauxitic material occurs reshuffled sometimes.

The data available indicate that the ferric bauxites occur especially in the Ocoale sector, the ferrous ones, more frequently in the Virtop sector, while the limy ones come especially from the Sohodoale sector, being predominantly ferroferric and ferrous.

REFERENCES

- B e y s c h l a g F. (1918) Bauxitvorkommen im Bihargebirge. *Zeitschr. d. deutsch. Geol. Gesell.*, 70, (Berichte), Halle (Salle).
- B l e a h u M. (1957) Cercetări geologice în regiunea Padiș — Cetățile Ponorului (Munții Bihorului). *D. S. Com. Geol.*, XLI. București.
- G u t k i n E. S. (1969) Znacenje litia dlea vijasnenia uslovii formirovania i izmenenia boksitov. Conf. intern. baux. Budapest.
- N i c o l a s J. (1970) Problème de la genèse des bauxites à mur karstiques de France. Preuves pétrographiques, paleontologiques et géochimie de la nature sédimentaire des formations bauxitiques de Provence. *Ann. Inst. Géol. Publ. Hung.*, LIV, 3, 135—165. Budapest.
- N i c o l a s J., B i l d a g e n P. (1972) Observations sur la genèse des pisolithes des formations bauxitiques à mur karstique du sud-est de la France, en liaison avec les phénomènes de



- deferrification qui les effectent. Exemple des Alpilles (Bouches-du-Rhône). *C.R. Acad. Sc. Paris.*, 3496—3499, Série D. Paris.
- Nicolas J., Carquet A. (1973) Nouvelles observations sur la nature sédimentaire des bauxites du Dôme de la Lare (Bouches-du-Rhône). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 276, Série D—2427. Paris.
- Papiu V. Corvin, Minzatu Silvia, Iosof V. (1970) Asupra caracterelor petrologice ale bauxitelor din Munții Bihorului (regiunea văii Galbina). *D. S. Inst. geol.*, LVI (1968—1969), 209—218. București.
- Minzatu Silvia, Iosof V., Udreescu Constanța, Giușcă R. (1971) Alcătuirea chimico-mineralogică a bauxitelor din masivul Pădurea Craiului. *An. Inst. geol.*, XXXVIII, 111—180. București.
 - Udreescu Constanța (1973) Elements mineurs des bauxites de Roumanie. *Trav. Com. Int. l'étude des baux. ox. hydrox. d'alum.*, 9. Zagreb.
- Pauls O. (1913) Die Aluminiumerze der Bihargebirge und ihre Entstehung. *Zeitschr. f. pract. Geol.*, XXI. Berlin.
- Roch E. (1974) Histoire des bauxites provençales. *Trav. Com. Int. l'étude des baux. ox. hydrox. d'alum.*, II. Zagreb.
- Schrolier, Säuer D. (1964) Ein Beitrag zur Geochemie der seltenen Elemente in Bauxiten. *Symp. baux. ox. hydrox. d'alum.* I. Zagreb.
- Szádeczky J. (1905) Die Aluminiumerze der Bihargebirge. *Földt. Közl.*, XXXV. Budapest.





Institutul Geologic al României

2. ZĂCĂMINTE

THE CHEMICAL-MINERALOGICAL STUDY OF THE BAUXITES FROM THE SOMEŞUL CALD GRABEN¹

BY

V. CORVIN PAPIU², GHEORGHE MANTEA², VASILE IOSOF², SILVIA MINZATU², CONSTANȚA UDRESCU², FLORICA POPESCU², GEORGETA NEDELČU³

Sommaire

Bauxites. Jurassic. Neocomian. Limestones. Karst. Chemical-mineralogical study. Petrochemistry. Distribution of minor elements. Diaspores. Chemical precipitation zones. Central Bihor.

Etude chimique-minéralogique des bauxites du graben de Someşul Cald. Les bauxites karstiques du graben de Someşul Cald (Monts Apuseni, Roumanie) sont plaquées sur les calcaires récifaux jurassiques supérieurs et couvertes de calcaires crétacés inférieurs (urgoniens). Elles ont un caractère diasporique (60% diaspore en moyenne), avec des teneurs subordonnées de hématite (\pm goethite), kaolinite, chlorite, anatase. Au point de vue du chimisme, on a distingué trois groupes : bauxites ferriques ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} > 20$), bauxites ferroferriques ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} = 20-8$) et bauxites ferreuses ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} < 4$). La constitution chimique minéralogique qualitative des trois types est bien semblable et il faut remarquer que les pourcentages en FeO et SiO_2 augmentent dans les bauxites à caractère réduit par rapport à celles ferriques, conséquence de l'augmentation quantitative en chlorites par suite des processus de faible métamorphisme hydrothermal (silicatation et réduction), en corrélation probablement avec le magmatisme banatitique voisin. Dans le domaine des éléments mineurs, on constate que les bauxites du graben de Someşul Cald présentent les plus grandes teneurs en Zr et les moindres en Cr de toutes les bauxites néocomiennes des Monts Apuseni. On admet que la genèse de ces dépôts soit due à la précipitation des solutions coloïdales ou électro-lithiques en surface du relief karstique d'âge post-jurassique.

¹ Delivered on 11 May 1978, accepted for publication on 15 May 1978, communication in the session on 26 May 1978.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.

³ Intreprinderea geologică de prospecții pentru substanțe minerale solide, str. Caransebeș nr. 1, București.



I. INTRODUCTION

Continuing the series of the chemical-mineralogical studies of the bauxites of the Socialist Republic of Romania, which was initiated over a decade ago, we are going to present in the following pages the characteristics of the bauxites from the Someșul Cald graben. The location of these bauxites was established by one of the authors 15 years ago (Mantea, see Plate).

The material which constituted the object of the present study, was gathered from the outcrops of the Neocomian formation of the Someșul Cald graben. A number of 19 samples were submitted to microscopic, thermodifferential and roentgenographic studies as well as to complete chemical analyses of silicates and spectrographic dosing of trace elements. On the basis of these data we established the chemical-mineralogical content of the bauxites, which is presented in the annexed tables and diagrams.

If we have in view their occurrence and their chemical-mineralogical characteristics, these bauxites resemble very much the bauxites of the same age from the Pădurea Craiului Massif and from the Central Bihor, there being however some specific distinctions as well.

II. BIBLIOGRAPHIC DATA

The first complete geological data regarding the outcropping region of the bauxites from the Someșul Cald graben, belong to Kräutner (1941) who published a note with a geological map of this zone attached to it. These are the first data about the succession of the Crystalline, Carboniferous, Permian, Triassic, Jurassic and Cretaceous formations, as well as about their structure of the "graben" type. We should mention that the author does not agree on the existence of the Cretaceous limestones from the hanging wall of the bauxites, and as far as the latter are concerned he speaks only of the presence of a number of bauxite blocks on the Onceasa Valley.

Ten years later, Giuşcă (1950) presents in his paper regarding the banatites from the Vlădeasa massif, a map which renders the sedimentary formations from the Someșul Cald graben following Kräutner's data (1941).

Prospecting in 1965 the bauxites from the same region, Mantea et al., (1965)⁴ draw up a geological map, mentioning for the first time the presence in this region of the Eocretaceous limestones with pachiodonts representing the hanging wall of the bauxite deposits. The authors also present the chemical and mineralogical analyses of a reduced number of bauxites.

In 1966, Mantea and Georgeescu⁵ draw up a geological map of the zone between the Ponor Valley and the Alunu Mare Valley, making stratigraphic specifications at the Jurassic and Cretaceous levels and pointing out the presence of new bauxite lenses.

⁴⁻⁵ Arch. M.M.P.G., Bucharest.



In 1975, Mantea⁶ studies in detail the Neojurassic and Eocretaceous limestones from some parts of the Someşul Cald graben (from Patrulius et al., 1975).

III. OCCURRENCE OF THE BAUXITE DEPOSITS

The bauxites from the Someşul Cald graben, like all the bauxites in our country, enter the group of the karst bauxites (de Weise, 1964) and are situated, like the other ones from the Bihor and Pădurea Craiului Mountains, at the limit between the Jurassic and Lower Cretaceous.

From the geographic point of view, the region is placed south of the Vlădeasa massif and includes the area of the sources of the Someşul Cald, which, from the geological point of view, is situated in the structural unit of the Bihor-Pădurea Craiului Autochthon. The deposits are generally represented by lenses of homogeneous, unstratified bauxite which mould the relief of the basement, namely the paleokarst at the surface of the Jurassic limestones. The upper surface is not absolutely plane. The bauxite lenses are less than 4 m in thickness and 50–60 cm in length, resembling very much the deposits we mentioned above.

The rock presents a massive structure and generally, it is compact and rigid. It has a brown-red to brick-red colour. As a result of alteration and deferrization the colour may get yellow nuances, while the structure becomes porous and even slaggy (drossy). We should mention that we did not find enclaves of the subjacent limestones in the bauxites from the Someşul Cald graben.

IV. CONSIDERATIONS REGARDING THE GEOLOGICAL EVOLUTION OF THE REGION

The component formations of the Someşul Cald graben are situated, in most cases, within the unity of the Bihor-Pădurea Craiului Autochthon (which comprises all the calcareous rocks in which the bauxites are hosted) (Plate).

At a general examination, the succession of the Mesozoic deposits from this graben resembles to a large extent the corresponding deposits from the Pădurea Craiului. These stratonomic and stratofacial similarities suggest the existence of some conditions of accumulation of the bauxites in the region of the Someşul Cald graben similar to those from the Pădurea Craiului and the Central Bihor.

For a correct understanding of the processes which determined the emplacement of the bauxites from the Someşul Cald graben, we shortly present the main stages of the individualization of the formations from the bed and the hanging wall of the bauxites :

— the first stage is attributed to the Upper Jurassic and corresponds to a carbonate sedimentation under platform and varied hydrodynamic conditions ;

⁶ Arch. M.M.P.G., Bucharest.



— an important moment at the end of the Jurassic, corresponding to the Nevadian phase, which determines the tipping movements of the carbonate platform and as a consequence the macro and micro-fracturing of limestones ;

— the deposition of the bauxites during an emersion phase which probably took place at the beginning of the Neocomian (Wealdian) and was preceded by the formation of a paleokarst on the surface of the Neo-jurassic limestones ;

— reinstalling of a marine regime under platform conditions with a low level of energy — accompanied by the development of the "back-reef" facies out of the hanging wall of the bauxites during the Barremian-Aptian period. By comparison with Pădurea Craiului, the lack of lacustrine deposits is significant and suggests the lowering of the basal level in the basin situated in the close vicinity of the emerged platform ;

— the development and respectively the deformation of the formations of the Bihor-Pădurea Craiului Autochthon, due to movements belonging probably to the early Austrian phase ;

— the emplacement of the Codru nappes system in the Upper Tithonian ;

— the Senonian transgression followed by the accumulation of the deposits of Gosau facies ;

— a phase of tectogenesis (early Laramian) with strong implications on a regional scale and the cropping up of subsequent, banaticitic, acid extrusions (the Vlădeasa eruptive).

The elements of disjunctive tectonics known in the Someșul Cald graben, characteristic of the Bihor-Pădurea Craiului Autochthon, support the idea of the existence of a ruptural tectonics generated in successive phases. They appear as belonging to several systems of extremely complicated faults, defining a tectonics of the "saxon" type, with successive fractures disposed in steps which favoured the vertical arrangement.

On the other hand, mention should be made of the presence of a number of elements with plicative character, represented by several lambeaux made up of Paleozoic and Triassic formations and belonging to the Codru nappes system.

The exact delimitation of these tectonic lines is important for the exact settlement and the estimation of the bauxite deposits from this part of the Bihor Mountains.

V. THE FEATURES OF THE CARBONATIC ROCKS SURROUNDING THE BAUXITES

A) The Limestones of the Terminal Jurassic

The Neojurassic calcareous deposits which represent the bauxite bed and which are 200—220 m in thickness, are constituted of two distinct lithofacial types : at the lower part the limestone of the Farcu type (Oxfordian — Lower Tithonian), and at the upper part the limestone of the Albioara type (Tithonian).



a) Due to its massiveness and light colour the limestone of the Farcu type may be easily confounded with the limestone of the Wetterstein type (Ladinian). It usually presents grey spots (they probably represent isolated colonies of branchy corals or diagenized hydrozoan skeletons), it is of reefal nature and slightly recrystallized. From the microfacial point of view, it is formed of micrites, microbiosparites, pelsparites and intrapelsparites. The biofacial composition of the limestone of the Farcu type, dominated by the coral association, hydrozoans and remnants of echinoderms, suggests some similitudes with the facies of the Stramberg type.

b) The limestone of the Albioara type lies in continuity of sedimentation over the reefal limestone described above, and is represented by limestones stratified in beds of 35–40 cm in thickness of grey-blackish, colour. From the microfacial point of view, they are formed of micrites, pelmicrites and rarely of pelmicrosparites, with many pizoncolites, scarce benthonic foraminifers, ostracodes and gasteropods.

B) The Limestones of the Lower Cretaceous

The Eocretaceous carbonate formations from the hanging wall of the bauxite deposits probably correspond to the lower limestone with pachiodonts to the lower part of the Ecleja beds from Pădurea Craiului.

On the basis of the macro- and microfaunistic elements we consider them to be of Barremian to Bedoulian age.

At a thorough and comparative examination of the stratigraphic column of the Lower Cretaceous from the Someşul Cald graben and of the similar column from the Pădurea Craiului, we arrived at the conclusion according to which at the end of the Jurassic the two territories had a quite different evolution. Thus, in the region of the Someşul Cald graben, over the bauxites we did not find the limestones with characees and those with small gasteropods representing the lithostratigraphic elements which in Pădurea Craiului represent the stratigraphic marks for the lacustrian sedimentation characteristic of the interval immediately following the bauxite accumulation.

The microfacial study of the Eocretaceous limestones led to separating the following entities :

a) Over the bauxites, there constantly develop light grey to white limestones, stratified in banks of 0.5–1 m in thickness and characterized by the presence of some small calcite eyes widely crystallized, known as "birdseye structures" (Shinn, 1968). The microfacial composition of this limestone which we called the limestone with birdseye, consists of micrites and pelsparites frequently dissociated in dismicrites.

b) This limestone supports a succession of limestones, stratified in banks of 0.60–0.80 m in thickness, of grey colour, presenting a wide range of microfacies. The micrite microfacies which is predominant, is rich in benthonic foraminifers with a thick test, among which the miliolides stand out ; for this reason we named this microfacial separation, the



limestone with miliolides. Sometimes the micrites with miliolides are associated with bioclastites, intrabiosparites and even oolitic sequences with sparite cement and a rich micro and macro content of organic remnants (calcareous algae, foraminifers, bryozoans, remnants of crinoids etc.).

c) As the succession goes on, we encounter grey-whitish limestones, stratified in banks of 0.50—0.80 m in thickness, consisting of micrites, pelmicrites and calcarenites (biomicrites, oolitic intrabiosparites and oopelsparites) which contain pachiodonts frequently accumulated under the form of biostroms. The species *Requienia minor* (Douv.) being predominant, we called them the limestone with pachiodonts.

d) The limestone with pachiodonts is covered by a calcarenite packet with coarse-grained microfacies (oomicrites, oosparites, intrabiosparites, sometimes oolitic, oopelsparites etc.) of dark grey colour, with a marked stratification. These bioclastic calcarenites which we included in the limestone with orbitolines, are characterized by their content very rich in calcareous algae, miliolides, trocholines and especially orbitolines.

e) The Lower Cretaceous succession ends with a packet of blackish limestones, in banks of 0.30—0.35 m in thickness, with specific siliceous accidents, made up of micrites, pelmicrites and sometimes pelsparites (the limestone with siliceous accidents).

On the whole, the pile of Eocretaceous limestones from the hanging wall of the bauxites reaches a stratigraphic thickness which does not exceed 225 m.

The Eocretaceous carbonate deposits are sometimes transgressively and discordantly covered by Senonian deposits; other times, the Eocretaceous paleokarst is directly covered by the Quaternary formations.

VI. THE CHEMICAL-MINERALOGICAL STUDY OF BAUXITES

The bauxites from the Someșul Cald graben present a remarkable constitutional unit within which the great variation of the bivalent iron content under the form of chlorite, justifies their classification in three groups, as it is the case with the bauxites from Pădurea Craiului Massif and from the Central Bihor. These groups were established according to the value of the $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ ratio, as follows :

Ferric bauxites with $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} > 20$;

Ferroferric bauxites with $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} = 20 - 8$;

Ferrous bauxites with $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} < 4$.

Unlike the bauxites from Pădurea Craiului, these rocks generally contain higher rates of bivalent iron fixed under the form of chlorite, indicating local conditions of reduction. As can be seen from the following pages, the total contents of Al-Fe-Ti are almost equal for all the samples we studied, there existing differences of mineralogical nature resulting also from the variation of the silica content which in the case of the ferrous bauxites is much higher. From the genetic point of view, this situation is the result of factors subsequent to a clear epigenetic metamorphosis.



A) The Chemical Composition (Tables 1 and 3, Fig. 1)

1. The most important oxide from the bauxites composition is the alumina, which represents 50 per cent — the Cîrligate Valley). The minimum gets to less than 50 per cent in two samples of ferrous bauxites (from the Ponor Valley), situation possibly caused by increasing of the silica rate. The alumina is fixed under the form of diaspore and silicates

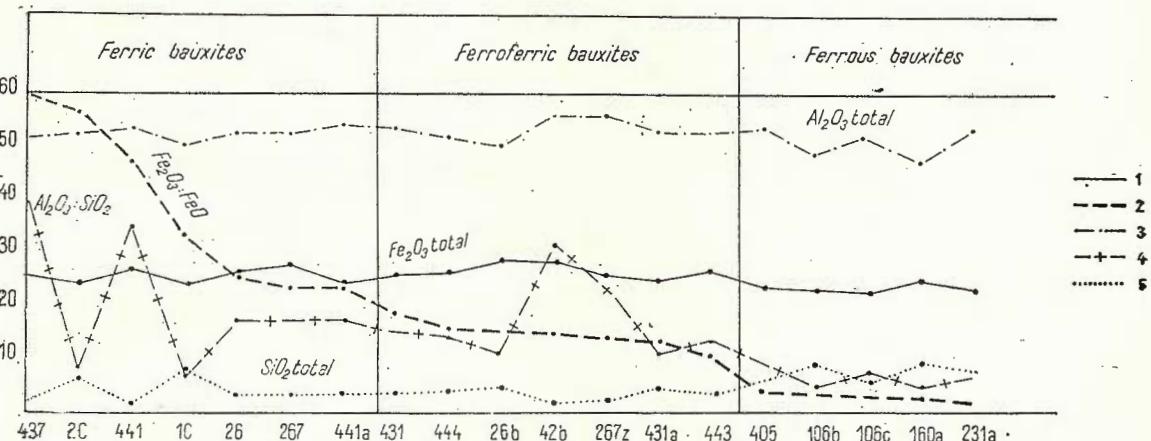


Fig. 1. — The chemical composition of the bauxites from the Someșul Cald graben.
1, Fe_2O_3 total; 2, $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$; 3, Al_2O_3 total; 4, $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$; 5, SiO_2 total.

in the argillaceous minerals (chlorites and kaolinite). It is worth mentioning the constancy of the total alumina content for all types of bauxites, resulting primarily from the means included in Table 3 (about 52 per cent) and pointing to a unique source of sedimentation with a uniform structure all over its mass.

2. The silica results exclusively from the argillaceous minerals, no sample containing free silica. The samples with the most reduced contents are present in the ferric (the Alunu Mare and Piatra Colțului valleys) and ferroferric bauxites (the Cîrligate and Humpleu streams). The silica exceeds 9 per cent in the ferrous bauxites (the Ponor Valley). For the ferric and ferroferric bauxites the silica means are practically equal (3.5 and 3.7), while for the ferrous ones the silica mean is more than double (eight per cent). The silica rates present the greatest fluctuations in the case of the ferric bauxites, generally these variations being greater than the Al, Fe and Ti variations. The silica seems to be on an inverse ratio with Al and Fe. The value of the average $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ ratio gets to its maximum (over 20) in the case of the ferric bauxites, is very close to it in the case of the ferroferric ones (17.8) and is very low in the case of the ferrous ones (6.7). The greatest fluctuations are present in the first two groups

(between 8 and 40), the greatest values being characteristic of the ferric bauxites, while the minimum values reach 5 in the ferrous bauxites.

3. *The iron* is dominant under oxide form (hematite and goethite) and is subordinate under bivalent form in the case of chlorites only. It is worth mentioning the fact that the total iron content is almost equal for all ferroferric and ferrous bauxites (a mean of about 26 per cent) and presents a slight lowering in the case of ferrous bauxites (22.6–25 per cent, with a mean of 23.4 per cent). The $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ ratio, which we used in all

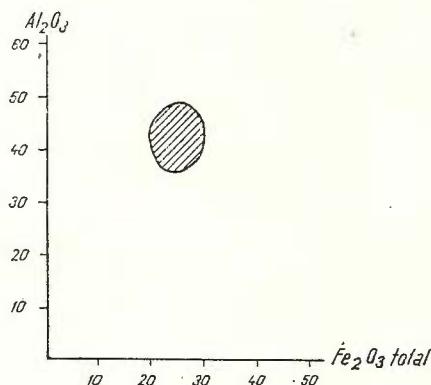


Fig. 2. — Binary diagram — $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$ total correlation.

our papers in order to classify the bauxites varies between 60 and 20 in the case of the ferric bauxites, between 17 and 10 in the case of the ferro-ferric ones and between 3.5 and 1.8 in the case of the ferrous bauxites, the bauxites from the Someșul Cald graben being richer, on the whole, in bivalent iron than those from Pădurea Craiului massif. It is also worth mentioning the constancy of the Al_2O_3 — total Fe_2O_3 ratio (Fig. 2) which indicates that the initial sedimentary supplies were considerably constant for both elements, and their source common. Mention should also be made of the fact that, unlike the bauxites from the Pădurea Craiului, the bauxites from the Someșul Cald graben do not contain samples wholly lacking in bivalent iron, the value of the $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ ratio never being infinite. The means of Fe_2O_3 in oxidated bauxites are analogous (24–25 per cent), while in the case of ferrous bauxites they are very low (5.3 per cent); this situation is opposed to the situation of the bivalent iron whose mean is three times greater in the case of ferrous bauxites (6.3) than in the case of the ferroferric ones (1.7 per cent).

4. *The titanium* is, like the alumina and the total iron, very constant from the quantitative point of view, generally having the value of about 2.5; there is only one ferrous bauxite which contains more than 3 per cent of TiO_2 (Onceasa) and which confirms the genetic conclusions regarding the initial source of the material. The means are practically equal.

5. *The calcium oxide* is present here in a greater quantity than in the bauxites from the Pădurea Craiului, resembling those from the Central Bihor without being fixed in calcite (the complete absence of CO_2).

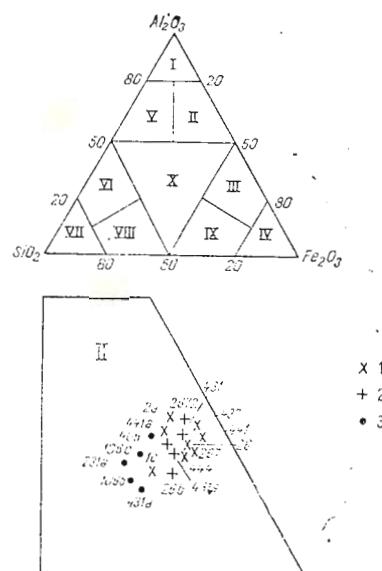


Quantitatively, it varies between 1 and 1.7 per cent. In the case of the most ferric bauxite from the Pădurea Craiului it reaches the value of 2.7 per cent CaO (the maximum quantity). The only possible explanation of this situation has in view its depositing in the silico-argillaceous gels, due to the fact that the calcareous enclaves of the type of those present in the bauxites from the Bihor Massif have not been found yet.

6. *Other elements.* The magnesium is under 1 in all cases, varying from the quantitative point of view round the mean of 0.5 per cent MgO.

Fig. 3. — Ternary diagram — Al_2O_3 — SiO_2 — Fe_2O_3 — for the bauxites from the Someşul Cald graben.

I, allites; II, alferillites; III, ferriallites; IV, ferrillites; V, argillaceous bauxites; VI, siallites; VII, sillites (silicollites); VIII, sisferrillites; IX, ferrisillites; X, ferrisiallites; 1, ferric bauxites; 2, ferroferric bauxites; 3, ferrous bauxites.



The other oxides (MnO , K_2O , Na_2O , P_2O_5) are not important and vary between traces and hundredths of percentage, with the exception of one ferric bauxite with 0.25 per cent K_2O . The sulphur is lacking from all the samples except for the most ferric bauxite of the Alunu Mare Valley, which has a content of 0.13 per cent S which cannot be correlated with the presence of any other form.

Having in view the presence of the main chemical constituents, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , we drew up the ternary diagram from Fig. 3, which presents the bauxites from the Someşul Cald region as grouped in the field II — Allferrilites, within which part of the ferrous bauxites are removed to the left due to their content of silica. Thus, they are situated in the same field with the other karst bauxites from the Apuseni Mountains.

B) The Mineralogical Composition (Tables 2 and 3, Fig. 4)

The bauxites from the Someşul Cald graben are characterized by a simple mineralogical composition including the next six minerals: dia-

spore, hematite, goethite, anatase, kaolinite, chlorite. Except for the goethite which sometimes may be absent, the other five minerals are present in all the samples we analysed. The quantitative ratios of these minerals

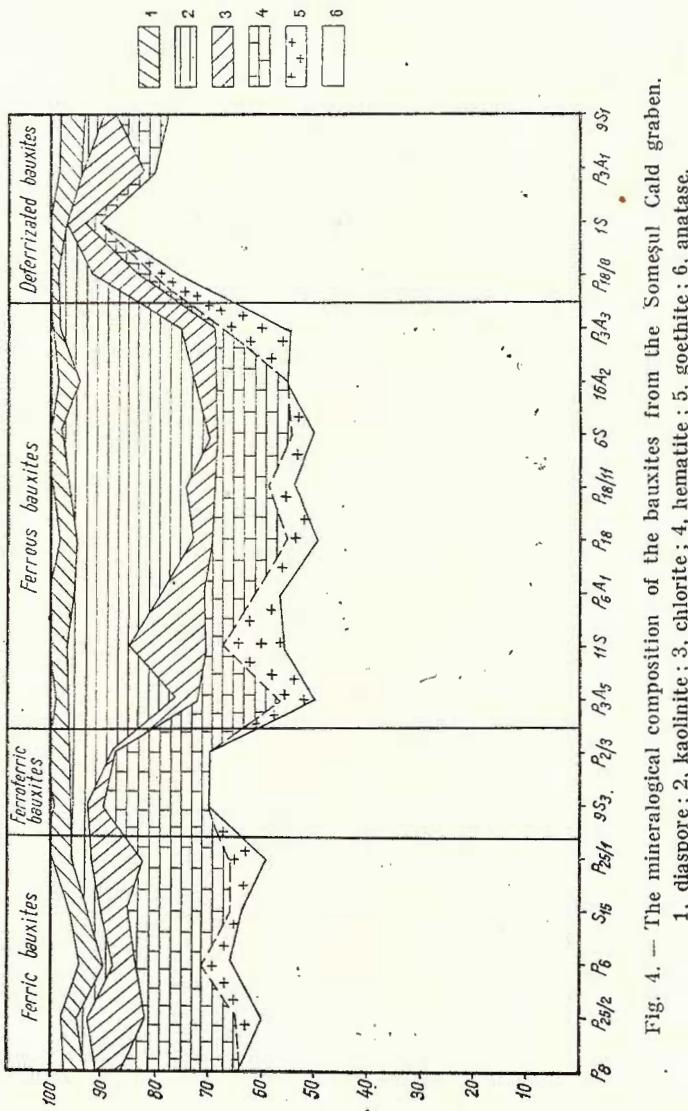


Fig. 4. — The mineralogical composition of the bauxites from the Sămășul Cald graben.
1, diaspore ; 2, kaolinite ; 3, chlorite ; 4, hematite ; 5, goethite ; 6, anatase.

can be seen in Figure 4 and the following participation order can be established :

In the case of ferric bauxites : diaspore — ferric oxides — hematite + goethite — kaolinite — anatase and chlorite in the same proportions.



TABLE 1

The chemical composition of the bauxites from the Someșul Cald graben

Bauxite type	Ferrous bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} > 20$)										Ferro-ferrous bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} = 20 - 8$)										Ferrous bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} < 4$)											
	Number of sample	Alumina	Cuoreasă	Valea Pororocă	Alunuliu	Cotuliu	Vaciu	Piatra Cuciulata	Humpuleu	Alumina	Cotuliu	Vaciu	Piatra Cuciulata	Humpuleu	Alumina	Cotuliu	Vaciu	Piatra Cuciulata	Humpuleu	Alumina	Cotuliu	Vaciu	Piatra Cuciulata	Humpuleu	Alumina	Cotuliu	Vaciu	Piatra Cuciulata	Humpuleu	Alumina	Cotuliu	Vaciu
SiO_2	1.30	6.46	1.52	7.60	3.13	3.05	3.21	3.52	3.57	4.67	1.52	2.35	4.90	3.85	6.05	9.44	6.96	9.25	6.96	9.44	6.96	9.25	8.31									
Al_2O_3	52.10	52.65	53.51	51.02	52.82	52.50	54.71	53.43	51.25	50.40	55.45	55.42	52.90	52.52	53.64	49.20	51.93	48.36	53.80													
Fe_2O_3	25.02	23.82	26.45	23.90	25.97	26.61	23.18	24.31	24.54	25.97	24.77	23.58	22.78	24.13	17.57	16.57	16.42	17.60	13.94													
FeO	0.42	0.42	0.56	0.71	0.99	1.14	0.99	1.43	1.57	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	2.29	5.01	5.87	6.02	6.74	7.88												
TiO_2	2.50	2.70	2.35	2.50	2.55	2.65	2.80	2.55	2.80	2.55	2.55	2.65	2.55	2.55	2.15	3.15	2.60	2.55	2.35													
CaO	2.70	1.12	1.54	1.26	1.40	0.70	0.96	0.98	1.54	0.98	1.10	1.10	1.02	1.40	0.98	0.98	1.68	1.68	1.26	1.54												
MgO	0.40	0.40	0.68	0.50	0.52	0.40	0.60	0.48	0.68	0.78	0.52	0.54	0.52	0.86	0.44	0.52	0.68	0.68	0.56	0.82												
P_2O_5	0.32	0.07	0.05	0.09	0.04	0.05	0.08	0.06	0.09	0.05	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05											
MnO	0.04	0.06	traces	0.09	0.06	0.07	0.10	0.05	0.09	0.06	0.09	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.08											
K_2O	0.04	0.18	0.04	0.28	0.07	0.04	0.07	0.04	traces	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.94 traces										
Na_2O	traces	0.10	0.02	0.10	traces	0.08	0.05	traces	0.08	0.05	traces	0.08	0.05	traces	0.08	0.05	traces	0.05	0.08	0.05	traces	0.08	0.05	traces	0.08	0.05	traces	0.08	0.05	traces		
H_2O^+	13.98	11.14	12.19	11.05	11.50	11.80	12.35	12.02	12.73	11.57	11.52	11.60	12.42	11.64	12.04	12.95	12.73	12.21	12.38													
H_2O	0.68	0.60	0.60	0.67	0.54	0.45	0.87	0.82	0.65	0.65	0.32	0.61	0.54	0.77	0.69	0.58	1.15	0.61	0.10	0.80												
Total	99.50	99.72	99.66	99.34	99.54	99.36	99.85	99.74	99.62	99.66	99.88	99.61	99.70	99.71	99.67	99.47	99.73	98.71	102.0													
$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$	59.6	47.2	33.6	26.2	23.3	22.9	17.0	15.6	15.2	14.5	13.8	13.3	10.5	3.5	2.8	2.7	2.6		1.7													
$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$	40.0	8.1	35.0	6.7	16.9	17.2	15.2	14.3	10.8	36.5	23.6	10.8	13.6	8.9	5.2	7.5	5.2	6.5														
$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{T}$	25.51	24.31	27.07	24.68	26.07	27.87	24.28	25.90	6.8	27.87	26.67	25.48	24.68	26.67	23.13	23.08	23.10	25.08	22.68													

* contains 0.13% S



TABLE 2
The mineralogical composition of the bauxites from the Someșul Cald graben

Number of sample Mineral	Ferric bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} > 20$)						Ferroferric bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} = 20-8$)						Ferrous bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} < 4$)						Ferrous bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} < 4$)					
	Diaspore	Hematite	Goethite.	Anatase	Kaolinite	Chlorite	Pearlita	Alunite	Pyroalunite	Cotulatau	Humpolec	Platerita	Alunite	Pyroalunite	Cotulatau	Vaca	Piatra	Cotulatau	Vaca	Piatra	Cotulatau	Vaca	Piatra	Cotulatau
Diaspore	59.4	55.7	60.9	52.6	58.1	59.3	63.0	60.5	57.0	54.9	63.9	63.3	57.7	58.4	58.0	49.6	55.3	48.9	57.6					
Hematite	3.1	23.8	15.4	23.9	19.3	26.5	12.3	13.2	25.8	14.5	19.5	6.2	14.6	12.0	6.0	6.5	7.6	7.9						
Goethite.			24.4	—	12.2	—	7.4	—	12.0	12.2	7.6	—	11.5	4.5	18.3	10.6	5.0	11.3	11.5	11.0	6.5			
Anatase			2.5	2.7	2.4	2.4	2.5	2.6	2.5	2.8	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	2.2	3.1	2.6	2.5	2.4	2.3			
Kaolinite			2.7	13.2	2.9	15.1	5.0	4.6	4.1	3.2	5.0	7.1	0.4	1.9	7.6	4.4	4.5	10.2	4.7	8.4	4.5			
Chlorite			1.2	1.2	1.6	2.0	2.8	3.2	2.8	4.1	4.5	4.8	4.9	4.9	6.5	14.2	16.6	17.1	19.2	22.3				



TABLE 3

The chemical-mineralogical composition of the bauxites from the Someşul Cald graben

Oxides	Ferric bauxites (7 samples)		Ferroferric bauxites (7 samples)		Ferrous bauxites (5 samples)	
	Δ	\bar{X}	Δ	\bar{X}	Δ	\bar{X}
SiO_2	1.3—7.6	3.7	1.5—5	3.5	6—9.5	8.0
Al_2O_3	51—55	52.7	50—55.4	53.0	48—54	51.4
Fe_2O_3	23—26.6	25.0	22.7—26	24.3	14—17.5	16.4
FeO	0.4—1.1	0.7	1.4—2.3	1.7	5—7.9	6.3
TiO_2	2.4—2.9	2.5	2.2—2.8	2.5	2.3—3.1	2.6
Fe_2O_3 total	24.2—27.9	25.7	25.5—26.0	26.2	22.7—25.1	23.4
$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$	8—40	20.1	10.8—36.5	17.8	5.2—9	6.7
Minerals						
Diaspore	52.6—63.0	59.6	55—64	59.4	49—58	53.9
Kaolinite	2.7—15.1	6.8	04.—7.6	4.2	4.5—10.2	6.5
Chlorite	1.2—3.2	2.1	4.1—6.5	4.9	14.2—22.3	17.9
Hematite + Goethite	24.3—27.6	25.7	24—26	25.1	14.4—18.6	17.1
Anatase		see TiO_2				
$\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$	22.9—59.6		10.5—17.0		1.8—3.5	

Δ = variation limits; \bar{X} = average value

In the case of the ferroferric bauxites: diaspore — ferric oxides — kaolinite and chlorite in the same proportions (with two exceptions very poor in kaolinite) — anatase.

In the case of ferrous bauxites: diaspore — ferric oxides in the same proportions as the chlorite (with a sole exception richer in chlorite) — kaolinite — anatase.

The same diagram indicates a growth of the chlorite ratio at the expense of the ferric oxides and subsidiarily of the diaspore, at the level of the ferrous bauxites.

1. The diaspore represents the main constituent of the bauxites, in proportion of 50—60 per cent for all types. The greatest quantities are present in two ferroferric bauxites (from the Cîrligite and Humpleu

streams) in which it exceeds 63 per cent, getting to almost 64 per cent in the latter, while the lowest quantities, under 50 per cent, are present in two ferrous bauxites (on the Ponor Valley and Poiana Onceasa). The means are almost equal for the ferric and ferroferric bauxites (59 per cent) having a less value for the ferrous ones (54 per cent).

There are some cases of ferric bauxites characterized by the presence of a reverse correlation between the diaspore and the kaolinite. On

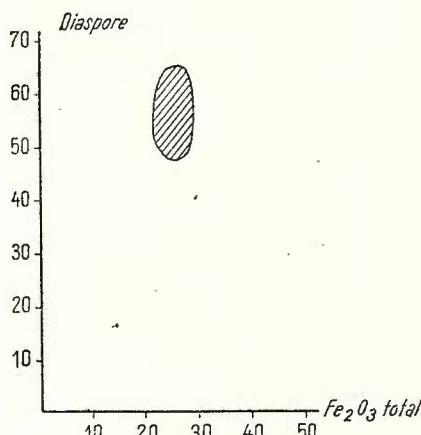


Fig. 5. — Binary diagram — diaspore : Fe_2O_3 total correlation.

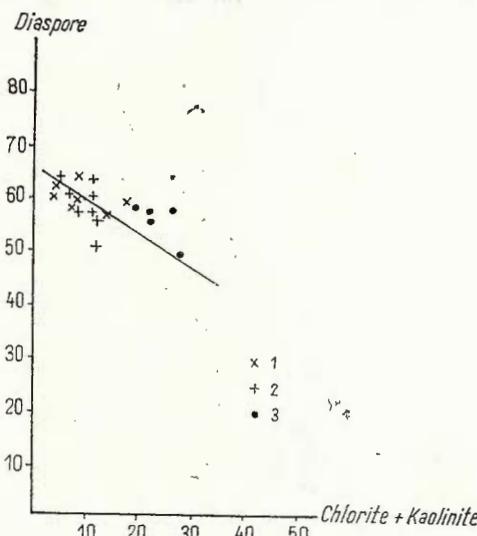
the other hand, the diaspore content varies in comparison with the total iron content found by us (Fig. 5). If we have in view the mention we made above in connection with the constancy of the ratio between the total iron and the total aluminium, we may say that this fact indicates the fixation of a small part of alumina under the form of argillaceous minerals which are syngenetic with the diaspore from the initial supplies which were constant both for iron and for alumina.

Within the ferrous bauxites one may also notice the presence of a reverse correlation between the diaspore contents and the kaolinite + chlorite, which points to the derivation of the latter from the free alumina and the primary ferric oxides from the bauxites (Fig. 6), by means of ulterior metamorphosis processes. At the same time, we mention the existence of a quantitative independence of the kaolinite from the chlorites which leads us to the conclusion that the latter did not result from the metamorphosis of kaolinite.

2. *The iron's oxides.* We have mentioned above that the total iron content is practically the same all over the bauxite series from the Someșul Cald graben and that the main minerals in which it is fixed, are the oxides of the ferric and ferroferric bauxites and the chlorites of the ferrous bauxites; there is a clear reverse ratio between the ferric oxide content and the chlorites. The trivalent iron is fixed under the form of hematite (hematogel in the bauxite mass) and goethite. The reverse ratio of these two minerals which taken together lead to analogous quantities, appears

very clear in the case of ferric and ferroferric bauxites as can be seen from Figure 4. Undoubtedly, the goethite results from the hematite through subsequent hydration processes, the fluctuations of the ratio between these two minerals being unimportant. As a matter of fact, we cannot say there is a correlation between the degree of oxidation and the mineral form taken by the trivalent iron. The means are almost identical (25 per

Fig. 6. — Binary diagram
— diaspore : chlorite +
kaolinite correlation.
1, ferric bauxites; 2,
ferroferric bauxites; 3,
ferrous bauxites



cent) for the oxidated bauxites and have inferior values (17 per cent) for the ferrous ones.

3. The argillaceous minerals are represented by kaolinite and ferrous chlorites of the chamositic type. In the case of the ferric bauxites, the kaolinite content (2.7 – 15 per cent) exceeds the chlorite one (1.2 – 3.2 per cent). In the case of the ferroferric ones there is no correlative rule between the two minerals, each of them being prevailing in its turn or manifesting in analogous rates. As for the ferrous bauxites, the chlorites (14–22 per cent, with a mean of 18 per cent) dominate the kaolinite (4.5–10.2 per cent, with a mean of 6.5 per cent).

a) The kaolinite varies a lot from the quantitative point of view, the greatest percentages being present in a number of ferric bauxites, out of which two are located under Piatra Colțului, one of the samples exceeding 15 per cent. These bauxites also present a reverse correlation with the diaspore, indicating the initial presence of silica in important quantities, in this zone of the Someșul Cald graben. This correlation was not found in the ferroferric bauxites, while in the ferrous ones there seems to exist a slight reverse correlation.

b) The chlorites are represented by ferrous chlorites of the chamositic type. These minerals fix, as we have shown above,

the whole quantity of bivalent iron from the bauxites and arrive at great quantities in the case of ferrous bauxites, at the expense of the silica and of the ferric oxide. Their origin is related to a number of epigenetic processes posterior to the bauxites' precipitation. From Figure 7 we can draw the conclusion according to which for equal quantities of total Fe_2O_3 , the chlorite content is variable.

4. *The anatase* represents the mineral form of fixing the titanium at a low temperature. The remarks made in connection with this element

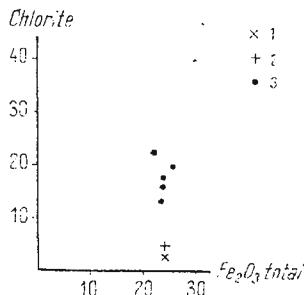
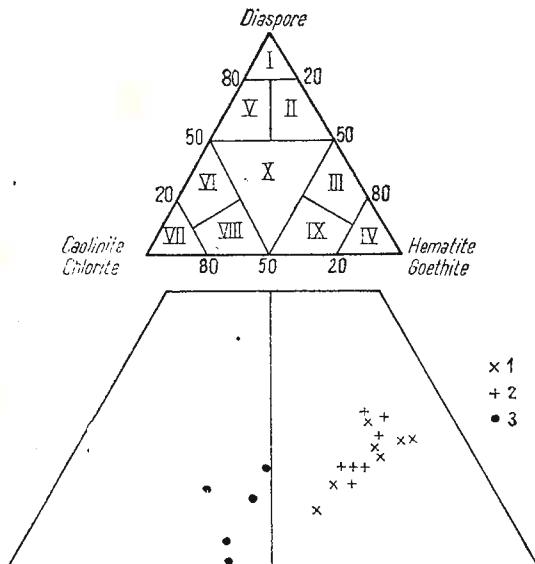


Fig. 7. — Binary diagram — chlorite : Fe_2O_3 total correlation.

1, ferric bauxites ; 3, ferroferric bauxites ; 3, ferrous bauxites

Fig. 8. — Ternary diagram
— diaspore : kaolinite +
chlorite : hematite +
goethite

I, bauxites ; II, ferric bau-
xites ; III, bauxite ferro-
llites ; IV, ferrollites ; V,
argillaceous bauxites ; VI,
bauxite clays ; VII, clays ;
VIII, ferrollitic clays ;
IX, argillaceous ferrollites ;
X, bauxite-clay-ferrollitic
rocks ; 1, ferric bauxites ;
2, ferroferric bauxites ;
3, ferrous bauxites.



are wholly valid for the mineral as well, the anatase content being constant around 2.5 per cent, except for a sample from the Onceasa Valley in which it has the value of 3.1 per cent.

The ternary diagram of the three main mineralogical components : the diaspore — the argillaceous minerals (chlorite + kaolinite) — the ferric oxides (hematite + goethite), from Figure 8, presents the ferric and the ferroferric bauxites in field II (ferriferous bauxites) and the ferrous

ones in field V (argillaceous bauxites). Thus, there appears a clear distinction between the bauxites with an oxidized character and the ferrous ones.

C) Chemical-mineralogical Conclusions

As a conclusion, we may say that the initial (primary) material out of which the bauxites from the Someşul Cald graben were formed, presented a great chemical uniformity, the Al-Fe-Ti triad being present almost in equal quantities in all the lenses as well as in all the chemical-mineralogical types we came across.

The silica content which is higher in the case of the ferrous bauxites, seems to have been introduced on epigenetic way. The bauxites from the Someşul Cald graben, like those from the Pădurea Craiului, are of diaspore nature. The three groups differ from one another by the high content of silica and bivalent iron of the ferrous bauxites, namely due to the presence of the chlorite.

Macroscopically, all the bauxites present the same characteristics, as the hematitic pigment is uniform and does not allow the differentiation of the three chemical-mineralogical types. The positive correlation between the silica and the bivalent iron leads us to the hypothesis of a synchronism between the iron reduction and the increase of the silica content (silicatization) of the bauxites, process which, as it will be demonstrated in the following pages, seems to have been of epigenetic nature and connected with hydrothermal interventions.

VII. THE PETROGRAPHIC STUDY

The bauxites from the Someşul Cald graben are similar from the macroscopic point of view, being cherry-coloured or brown-red and having a massive texture. The microscopic study however, envisaged the groups of rocks we mentioned when speaking about the ratio between the ferric and ferrous oxide, that is the three groups of the ferric bauxites, the ferroferric bauxites and the ferrous bauxites.

Ferric bauxites. Generally, the rocks are fresh, of a more or less intense cherry-colour, which depends on the deferrization stage. The undeferrized bauxites present a ferruginous, opaque, pigmented with hematite and compact mesostasis; it is red in the case of the slightly deferrized bauxites, at which the diaspore nature can hardly be recognized, because the ferruginous pigment is still present in great quantities. The ooid structure is less remarked in the case of the undeferrized bauxites, because of the high content of ferric oxide present both in the mesostasis and in the ooids. The ooids can be recognized only in the case in which they present a thin, light coloured crust, probably as a result of deferrization. There are also—at a more reduced scale—ooid corpuscles or colourless, irregular ones with a recrystallized diaspore which still preserves the ferruginous pigment. Their dimensions vary between 0.10 and 1.30 mm Ø.



The scarce fragments examined sometimes contain a greater number of big, ferruginous corpuscles ; others are wholly diasporic.

The ooid structure becomes visible within the deferrized bauxites. The corpuscles devoid of structure present sometimes a colourless crust, while other times are formed of 2—3 alternative, ferruginous, deferrized and diasporic layers. Rarely, broken ooids may be encountered. The corpuscles are in a proportion of 15—25 per cent as compared to the mesostasis.

The ferric bauxites contain on the whole, fissures with diasporite, or sometimes fissures with diasporite and chlorite. The anatase with fine grains and extremely rare gibbsite leaves complete the list of the component minerals which can be recognized microscopically.

Ferroferric bauxites. These bauxites differ from the ferrous ones by their aspect which presents a greater number of fissures and is more cataclased, the fissures being filled with diasporite and chlorite.

They are of cherry and red colour and present a dense mesostasis. Their structure is ooidic and appears as a result of deferrization which attains only the incipient stage. The ooids represent about 25 per cent of the rock, the big, hematitic ones reaching a size of about 2 mm Ø. Besides these ooids we may notice some fragments or grains of hematite, with irregular forms and having the same size.

As a rule, the ooid particles have a diameter of about 0.10 mm, sometimes bigger, and are surrounded by thin, deferrized crusts of diasporic nature.

As we mentioned above, the cataclased aspect is a characteristic of the rocks, which is not limited to the fissures only but affects also the corpuscles or the interior zones of the rock within which the bauxite fragments are cemented with bauxite material. We may also see, to a less extent, distorted, spastoidized corpuscular bodies whose crusts present slight shifts. Part of the diasporite corpuscles sometimes contain chlorite, but the chlorite is also present in the fissures together with clear, diasporite spikes. At the hematite centre of some ooids the presence of anatase may be remarked. Very small quantities of kaolinite are found within some corpuscles. The anatase is present in a reduced proportion both in the particles and in the fissures.

Ferrous bauxites. Without being essentially different from the types previously mentioned, these bauxites exhibit an irregular, ooid structure. The frequency of fine and coarse ooids (the size being between 0.05 mm and 1.5 mm Ø) within the rock reaches the value of 60—70 per cent.

The mesostasis is slightly deferrized, fact due to which we may draw the following conclusions : the punctiform deferrization way is relatively uniform ; the big ooid particles, are slightly deformed without being real spastoliths. Their mineralogical nature varies from ferruginous to deferrized, while the structure is simple with a thin, diasporite crust. Sometimes the structure becomes complex due to the presence of several ferruginous centres or of some fragments with incompletely developed centres.



The diaspore represents the main component which may be associated with chlorite or not, and both are pigmented with more or less intense limonite. The anatase appears accidentally inside them, but is abundant on the fissures filled with chlorite and inside the ooids with hematite centre forming an incomplete, external crust. Some corpuscles have almost geometric contours, the diaspore being their main component. However, the diaspore's distribution is irregular on the fissures as well.

Some ooids are exclusively formed of chlorite set out in circles and pigmented with limonite. In the case of hematite ooids, the internal spaces are filled with gibbsite.

VIII. COMPARATIVE CHEMICAL-MINERALOGICAL CONSIDERATIONS OF THE NEOCOMIAN BAUXITES FROM THE APUSENI MOUNTAINS

The occurrence, age and chemical-mineralogical characteristics of the Neocomian bauxites from the Someşul Cald graben, point to important similarities between these ones and those from the Pădurea Craiului Massif and the Central Bihor, which constituted the object of our previous studies (Papiu et al., 1970; 1976)⁷.

On the basis of the $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Fe O}$ ratio, we mentioned in these previous papers that the diaspore bauxites from the Pădurea Craiului fall into three primary genetic types : the ferric bauxites (over 20), the ferroferric bauxites (between 20 and 8) and the ferrous bauxites (under 4).

All these three types reflect the sedimentary conditions — primary features — and may be distinguished, to a large extent, according to their colour. The red colour is characteristic of the ferric bauxites and of only a part of the ferroferric ones (the hematite bauxites), the other part being of brown colour. The ferrous bauxites are either green (chlorite bauxites) or black (sulphurous bauxites), the latter being often boehmitic. Unlike these ones, the ferroferric and the ferrous bauxites from the Central Bihor represent the product of the reduction processes of the iron from the previously mentioned bauxites under the action of some hyper- and hypogenous solutions ; the ferrous bauxites are either green or brown and sometimes are accompanied by deferrization processes. The bauxites from the Someşul Cald graben are exclusively of red-brown colour. Our discussion has in view the primary bauxites, excluding the deferrized ones.

By comparing the chemical-mineralogical composition (the main constituents) of the Neocomian bauxites from the Apuseni Mountains, we arrived at a number of similitudes which are the consequence of the sediments source and of their similar genesis, and at a number of differences which reflect the local conditions, more or less specific.

Generally, the means of silica content are greater if the bauxites contain a great quantity of ferrous iron, as it is the case with those from the Pădurea Craiului, the differences being not great (a mean of 4.1 per cent for the ferric ones as compared to 8.3 per cent for the green ferrous

⁷ Arch. I.G.G., Bucharest.



ones and 6.9 per cent for the black ones). In the case of the Central Bihor bauxites the minimum mean for the silica is present in the ferroferric bauxites (1.5 per cent), it increases in the ferric ones (3.8 per cent) and gets to more than double in the ferrous ones (8.5 per cent). In the case of the bauxites from the Someșul Cald graben, the ferric and the ferroferric bauxites present similar means (3.7 and 3.5 per cent respectively), while the ferrous ones present a higher mean (8 per cent) resembling thus the bauxites from the Pădurea Craiului. Therefore, the silica is directly proportional to the degree of the rocks' reduction. Its values are of the same size order in the three regions, the main difference resulting from a greater quantity of silica in the case of the ferrous bauxites from the Central Bihor and the Someșul Cald graben. The alumina presents also values of the same size order, almost equal in the three regions generally varying between 50 and 60 per cent. In the case of the Pădurea Craiului bauxites, the means are a bit greater for the ferrous bauxites (61.3 per cent for the black ones — one sample only — and 58.8 per cent for the green ones, as opposed to 53.6 per cent for the ferric bauxites). Between the silica and the alumina there seems to be a slight reverse correlation. In the case of the Central Bihor bauxites, the highest values for the alumina are characteristic of the ferroferric bauxites (whose features are, as we mentioned above, the result of the deferrization processes suffered by the ferric bauxites), which present a mean of 60.9 per cent as opposed to 55.9 per cent for the ferric ones and of 51.3 per cent for the ferrous ones. Thus, the reverse ratio between silica and alumina is obvious. In the case of the bauxites from the Someșul Cald graben, the means' values are very close (52.7 per cent and 53.0 per cent respectively) as opposed to 51.4 per cent for the ferrous bauxites.

Mineralogically, the correlation of these elements is the following : in the case of the diaspore bauxites from the Pădurea Craiului Massif, the ferrous bauxites, sometimes enriched in böehmite to their upper limit, the means depass 60 per cent for the aluminium oxihydroxides, while for the other types the ratio is inferior to this value (generally, 59 per cent) ; there is no direct relation between the diaspore and the total alumina, because of the intervention in different quantities of the silica which fixes the latter in the argillaceous minerals.

In the case of the bauxites from the Central Bihor the correlation between the total alumina and the diaspore is direct, the means being of 70 per cent diaspore for the ferric bauxites and decreasing to 53.4 per cent for the ferrous bauxites. This correlation is also characteristic of the bauxites from the Someșul Cald graben, in the case of which it presents a decrease from 59 per cent in the ferric and ferroferric bauxites, to 54 per cent in the ferrous ones. The means of the argillaceous minerals introducing the silica in the bauxites vary with the latter in direct proportion. The kaolinite presents a slight increase (from 8 per cent to 12 per cent approximately) alongside the transition from the ferric bauxites to the ferrous ones from Pădurea Craiului, while the chlorites present a massive increase (from 0.63 to 10 per cent).



In the case of the bauxites from the Central Bihor the highest means of the kaolinite is characteristic of the ferric bauxites (7 per cent), being very close to this value for the ferrous ones (6 per cent) and very low for the ferric bauxites (1 per cent). The chlorites' means increases from 2 per cent in the ferric bauxites to 20 per cent in the ferrous ones.

In the case of the bauxites from the Someşul Cald graben, the kaolinite content is, according to the silica fluctuations, a bit higher in the ferric and ferrous bauxites (over 6 per cent) as opposed to 5 per cent in the ferroferric ones. However, the chlorite content does not exhibit this correlation, its means being increased in direct proportion with the bivalent iron percentages, from 2.1 per cent in the ferric bauxites to 4.9 per cent in the ferroferric ones and 17.9 per cent in the ferrous ones. We may therefore say that, if the kaolinite content is almost equal in the bauxites from the three regions, especially those from the Central Bihor and the Someşul Cald graben, the chlorite content is higher, almost double, for the bauxites from these two last regions, in our opinion pointing to a genesis connected with metamorphism processes, ulterior to their sedimentation.

The total iron content varies on a large scale (a mean of 9–40 per cent) in the case of the bauxites from the Pădurea Craiului, but is very uniform in the Central Bihor (a mean of 22–24 per cent) and in the Someşul Cald graben (a mean of 23.5–26 per cent). If we have in view only the ferric bauxites which we know for sure not to have suffered the deferrization processes like the other bauxites from the Pădurea Craiului, we find out that the values are similar or even higher than those from the other regions (20–39 per cent). Even in the case of the ferroferric bauxites whose total Fe content is under 7 per cent, the mean is of 20 per cent. In the case of the ferrous bauxites from the Pădurea Craiului Massif, the (primary) sedimentary iron supplies are minor, fact mentioned by us in our previous papers (Papiu et al., 1970) and because of their minor importance from the quantitative point of view, they are of pure theoretical interest. The ferrous iron ratio as well as the chlorite content are generally minor in the bauxites from the Pădurea Craiului as compared to those from the Central Bihor and the Someşul Cald graben. Hence, the lower values of the $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ ratio for these last regions, which is never infinite as it is the case with the ferric bauxites from the Pădurea Craiului.

As far as the ratio between the alumina and the ferric oxide is concerned, we may say that it is extremely constant in the bauxites from the Someşul Cald graben and slightly reversed in the bauxites from the Pădurea Craiului and the Central Bihor.

The titanium is remarkably constant in all the Lower Cretaceous bauxites from the Apuseni Mountains and can be exactly estimated on an average value of 2.7 per cent. The variation field is much wider in the case of the bauxites from the Pădurea Craiului and the Central Bihor, although the means are very close to those from the Someşul Cald graben.

As a conclusion, we may say that the three types of bauxites present great quantitative similarities as far as their content of the elements.



of the Al-Fe-Ti triad are concerned ; Al and Ti are almost similar, while Fe presents a number of fluctuations as far as the form under which it is bound is concerned. In the case of the bauxites from the Pădurea Craiului, this one is the result of the sedimentogenesis process itself, while in the case of the bauxites from the Central Bihor and the Someșul Cald graben, of the metamorphosis processes. The free alumina appears under diaspore form only in the latter, while in the Pădurea Craiului, the ferrous bauxites contain only böehmite although the predominant mineral is the diaspore as well. From the mineralogical point of view, it is only the ferric bauxites from this massif that we can compare with those from the Central Bihor and the Someșul Cald graben. The fact that the ferrous bauxites from these regions are not böehmitic, pleads once more for their obvious secondary character.

At this point, we also mention the presence of the calcium oxide ions in the bauxites from these two regions and their absence from the Pădurea Craiului bauxites. In the Central Bihor we may often encounter limestone enclaves which are dissolved to a large extent, being a probable justification of the calcium ions' presence. The situation is similar in the case of the bauxites from the Someșul Cald graben, where the calcium ions depass often 1 per cent, although these deposits do not contain carbonatic enclaves.

It is worth mentioning the fact that the bauxites from the Someșul Cald graben do not present the deferrization processes of the proportion of those from the Pădurea Craiului and not even of the type of those from the Central Bihor which are accompanied by the iron reduction leading from the ferric forms to the ferroferric ones. However we recognized some aspects of a slight deferrization, of the type we mentioned at the microscopic description, but with a local character and a less advanced degree than in the previous cases.

IX. THE STUDY OF THE TRACE ELEMENTS DISTRIBUTIONS

A number of 19 bauxite samples have been analysed by means of emission spectrography, and we have obtained the following trace elements : Ni, Co, Cr, V, Sc, Nb, Zr, Be, Su, Ga, Cu, Pb, Ba, Sr and Li.

The analytic data are presented in Table 4, and the samples are grouped in the three chemical-mineralogical types : ferric bauxites, ferro-ferric bauxites and ferrous bauxites. At the end of the table are presented the values of the ratios between the maximum and minimum contents (XM/Xm) as well as the values of the arithmetical means.

The low values of the XM/Xm ratio for Cr, V, Sc, Nb, Zr, Be, Su, Ga, ("bauxitic elements" with the Z/r ionic potential between 3.5 and 3.7) point to limited variation domains of the contents of these elements. The other trace elements present somewhat larger variation domains.

The diagram from Figure 9 gives a comparative presentation of the variation domains of the trace elements contents for the ferric, ferro-ferric and ferrous bauxites.



TABLE 4

The trace elements contents of the bauxites from the Someșul Cald graben

	Number of sample	Ni	Co	Cr	V	Sc	Nb	Zr	Be	Sn	Ga	Cu	Pb	Ba	Sr	Li
	437 Piatra Alunului	41	7	430	560	41	55	1450	9	19	72	36	36	34	28	4
	2c Cuciulatu	48	6	200	275	48	64	1300	8	16	62	11	97	48	35	315
	441 Piatra Colțului	50	7.5	320	340	55	59	1600	7.5	18	59	31	105	35	22	7.5
	1c Cuciulatu	69	7	265	345	55	67	1600	9.5	17	62	17.5	115	60	62	315
	26 Piatra Alunului	140	20	230	320	49	80	1950	9	17	62	19.5	110	46	18.5	93
	267 Humpreu	90	19	280	340	56	63	1450	11	19	57	22	117	47	23	61
	441a Piatra Colțului	126	19	280	315	50	59	1500	7	19	57	12	74	57	48	70
	431 Piriu Vacii	83	9.5	320	380	52	76	1750	7	16	54	9	87	96	28	61
	444 Piatra Colțului	156	30	290	350	55	67	1550	10.5	16.5	63	110	78	70	20	61
	26b Piatra Alunului	155	23	200	265	44	70	1950	7	17	62	21	105	48	21	88
	426 Cuciulatu	195	26	280	390	66	72	1700	9	17.5	64	14	115	93	32	56
	267z Humpreu	132	19.5	300	405	48	41	1300	7	16	55	35	57	66	26	79
	431a Piriu Vacii	78	9.5	240	365	40	55	1300	6	17.5	65	12	96	78	28	70
	443 Piatra Colțului	136	33	275	370	51	55	1400	6	21	70	21	106	40	53	70
	405 Oncceașa	50	18	235	340	49	74	1800	11.5	18	72	26	45	35	23	61
	106b Valea Ponorului	210	24.5	280	400	45	72	1650	6	18	61	20	35	33	31	126
	106c Valea Ponorului	164	26	220	400	40	47	820	5.5	16.5	59	65	33	47	31	114
	160 Oncceașa	140	20	200	365	31	42	780	6	17	57	49	49	38	24	112
	231a V. Alunul Mare	157	21	220	315	35	48	960	5	15	51	40	20	26	19	112
	Ferric bauxites	3.41	3.34	2.15	2.03	1.36	1.46	1.50	1.57	1.18	1.26	3.0	3.55	1.76	3.35	79
	Ferroferric bauxites	2.50	3.47	1.60	1.53	1.65	1.85	1.50	1.75	1.31	1.27	12.2	2.02	2.40	2.65	1.57
	Ferrous bauxites	4.20	1.45	1.40	1.27	1.58	1.76	2.32	2.10	1.20	1.41	3.25	2.45	1.81	1.63	2.05
	Ferric bauxites	80.5	12.2	286	356	50.6	63.8	1550	8.7	17.9	61.6	21.3	93.4	46.7	33.8	
	Ferroferric bauxites	133.6	21.5	272	361	50.9	62.3	1564	7.5	17.3	61.9	31.7	92.0	70.1	29.7	69.3
	Ferrous bauxites	144.2	21.9	231	364	40.0	56.6	1202	6.8	16.9	60.0	40.0	36.4	35.8	25.6	105

 X_M = maximum value; X_m = minimum value; \bar{X} = average value

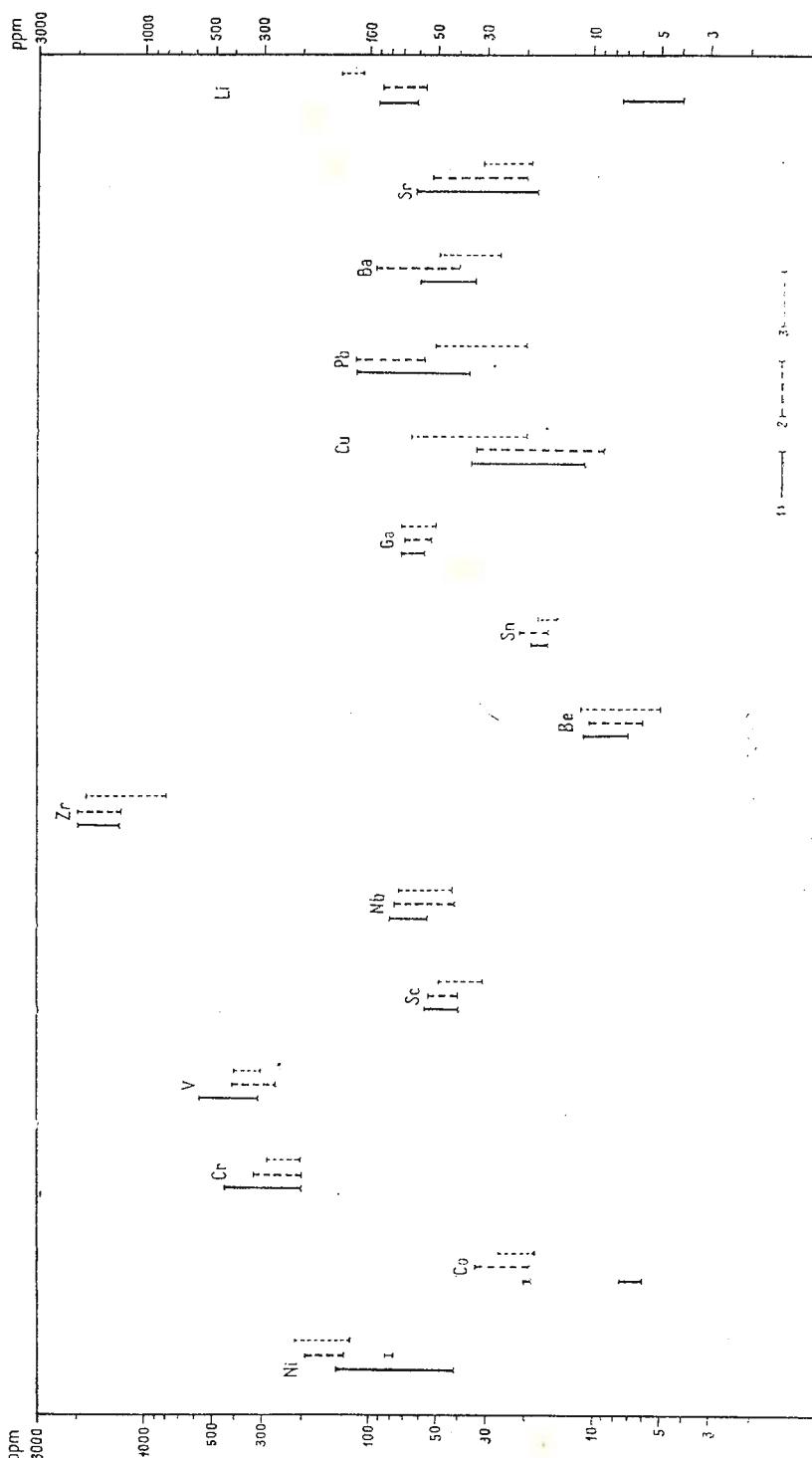


Fig. 9. — The comparative diagram of the variation domains and of the average trace elements contents, for the bauxites from the So-mesul Cald graben.
 1, ferric bauxites ; 2, ferroferric bauxites ; 3, ferrous bauxites,



These three chemical-mineralogical types contain similar variation domains for the majority of the trace elements.

Ni and Co present a growing tendency in the case of the ferroferric and ferrous bauxites. This aspect is also rendered by the diagram from

Fig. 10. — Ni — Co correlation diagram.
1, ferric bauxites ; 2, ferroferric bauxites ; 3, ferrous bauxites.

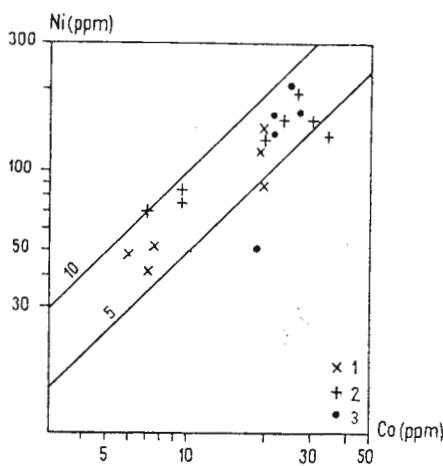


Fig. 11. — Cr—V correlation diagram.
1, ferric bauxites ; 2, ferroferric bauxites ; 3, ferrous bauxites.

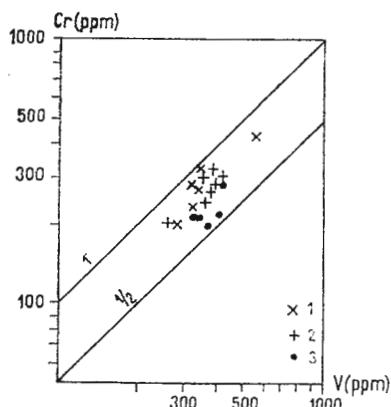


Figure 10. This diagram also contains the grouping of the three chemical-mineralogical types within the domain 5–10 for the Ni/Co ratio.

In the Cr-V diagram (Fig. 11) the bauxites are being grouped within a limited field between the values 1 and 1/2 of the Cr/V ratio.

As far as Li is concerned, we may notice a wide range of values (4–315 ppm) for the ferric bauxites and more limited variation domains for ferroferric (56–88 ppm) and ferrous ones (61–126 ppm).

The diagram from Figure 12 presents the Li contents according to the diaspore/(kaolinite + chlorite) ratio. The ferric bauxites, in the case of which this ratio varies between 3 and 15, enter a straight line which

points to a reverse correlation, the maximum values of Li being found in the samples with the highest kaolinite content. The ferroferric bauxites are projected in a field around this line, while the ferrous ones are projected in a separate field with low values for the diaspore/(kaolinite + chlorite) ratio and higher Li values as compared to the ferroferric bauxites.

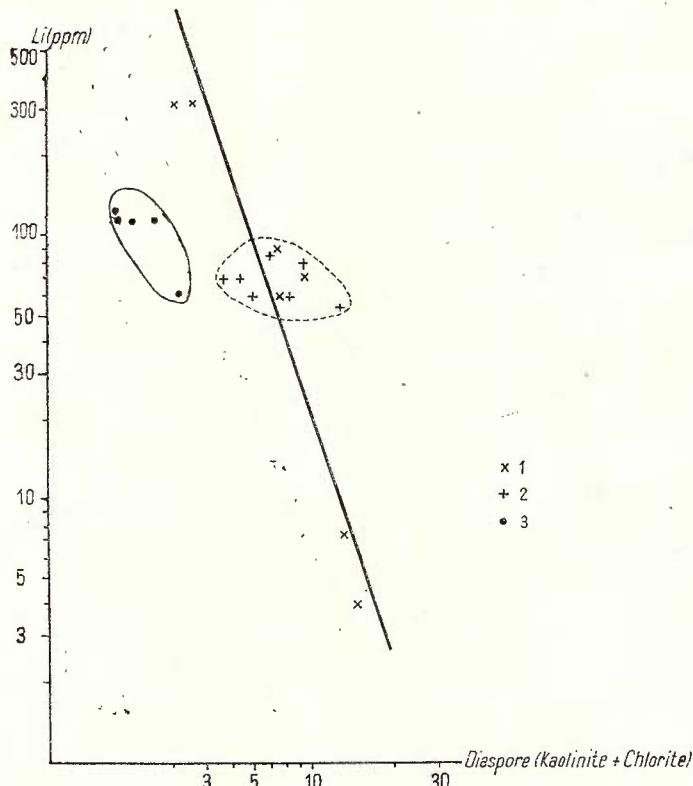


Fig. 12. — Li — diaspore/(kaolinite + chlorite) diagram.
1, ferric bauxites; 2, ferroferric bauxites; 3, ferrous bauxites.

The direct correlation of Li with the clay content from bauxites, which is present in the case of the ferric bauxites from the Someșul Cald graben, was also pointed out in the case of the bauxites from the Central Bihor, Pădurea Craiului and Hățeg (Papiu, Udreescu Constanta, 1973). This behaviour of Li within the bauxites was first reported by Gutkin (1969).

The Cr-Be diagram given by Schroll and Sauer (1964) (Fig. 13 a) presents the bauxites from the Someșul Cald graben as included in the domain of the karst bauxites, that is within a field which is partially overlapping the field of the Pădurea Craiului bauxites and presents lower values for Cr and Be.

The Figure 13 b gives a detailed presentation of the bauxites from the Someşul Cald graben with the projection of the three chemical-mineralogical types.

Table 5 gives a comparative presentation of the variation domains and arithmetical means of the trace elements contents from the bauxites from the Someşul Cald graben, the Central Bihor and Pădurea Craiului,

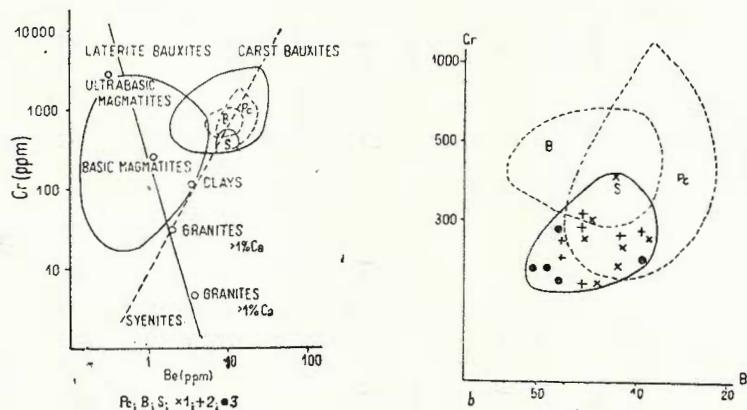


Fig. 13. — a) Cr - Be diagram (after Schroll-Sauer) with the projection of the bauxite fields from Pădurea Craiului (PC), the Central Bihor (B) and the Someşul Cald graben (S).
1, ferric bauxites ; 2, ferroferric bauxites ; 3, ferrous bauxites ;
b) detail.

the ferric bauxites being on one side and the ferrous ones on the other side.

The comparison of the three regions leads to the following conclusions :

- The bauxites from the Someşul Cald graben and the Central Bihor exhibit limited variation domains for the majority of their trace elements, as compared to the bauxites from Pădurea Craiului.
- The bauxites from the Someşul Cald graben are characterized by the lowest Cr contents and the highest Zr ones.
- The bauxites from Pădurea Craiului present lower Ga contents and higher Be contents than the bauxites from the other regions.
- The maximum values for Ni and especially V and Cr are characteristic of the green ferrous bauxites from Pădurea Craiului.

The differences mentioned above regarding the trace elements contents from the Neocomian bauxites from the three regions of the Apuseni Mountains are not essential, the values belonging to the same size order. This fact points to a remarkable constitutional unit and confirms the analogy of the genesis of these allitic depositis.

TABLE 5
Comparative table with the trace elements content of the bauxites from
the Someșul Cald graben, the Central Bihor and Pădurea Craiului

Elements	Ferric bauxites						Ferrous bauxites						
	Someșul Cald graben (n = 7)			Pădurea Craiului (n = 18)			Someșul Cald graben (n = 5)			Central Bihor (n = 9)			
	Δ	X̄	Δ	X̄	Δ	X̄	Δ	X̄	Δ	X̄	Δ	X̄	
Ga	57–72	62	48–83	61	32–61	43	51–72	60	52–64	59	33–64	49	
Sn	16–19	17.9	15–31	20.4	5–17	11.9	15–18	16.9	15.5–25	18.9	9–40	18	
Ni	41–140	80.5	44–295	107	24–308	13.8	50–210	144	49–110	70	96–215	172	
Co	6–20	12.2	6–95		<20–72		18–26	21.9	4.5–13	8	<20–47		
Cr	200–430	286	330–680	431	272–>1000	405	200–280	231	370–480	426	380–990	610	
V	275–560	356	270–560	394	215–>1000	372	315–400	364	280–550	392	290–>1000	530	
Sc	41–56	50.6	30–59	45.2			31–49	40	39–57	45.5			
Nb	55–80	63.8	24–75	52.2			42–74	56.6	40–70	54.3			
Zr	1300–1950	1550	570–1200	849	540–1080	808	820–1800	1202	550–1070	822	620–900	792	
Be	7–11	8.7	4.7–11	6.6	8.5–14	10.5	5–11.5	6.8	4.5–5.7	5.4	4.5–11.5	8.7	
Cu	11–36	21.3	7.5–90		<15–167		20–65	40	6–31		<15–86		
Pb	36–117	93.4	17.5–290		73–225		20–49	36.4	26–150		21–278		
Ba	35–60	46.7	14–145		10–152		26–47	35.8	17–120				
Sr	18.5–62	33.8	25–81		9–522		19–31	25.6	31–96		42–234		
Li	4–315		5–33		14.7	<5–675		61–126	105	13–39	27.3	14–198	

Δ = variation limits; X̄ = average value



X. GENETIC CONSIDERATIONS

The bauxites from our country are situated in the western part of the Carpathian Orogen, they are of the karstic type and belong exclusively to the Cretaceous within which they form three specific siderolite stages.

The first stage appears in the basis of the Neocomian, represents the Wealdian facies and it is characterized by accumulations of chemical precipitation, authigene bauxites, which are very pure mineralogically and lack in argillaceous-detritic material except for the kaolinite and the syngenetic chlorite.

The data we possess point to the formation of this type of deposits on a large area of the Jurassic limestones plateau during the Lower Cretaceous, there existing the possibility of a continuity of the bauxites from Pădurea Craiului, the Central Bihor and the Someşul Cald graben.

The second siderolite stage belongs to the end of the Aptian and the beginning of the Albian. It is represented by the bauxites from the Hațeg basin, which are allochthonous bauxites associated with argillaceous rocks containing detritic material and are covered by coarse sandstones.

The bauxites belonging to the third siderolite stage of the Cretaceous present the same characteristics improved by a number of coal detritic rocks associated with the massive(oxidated) bauxites from the basis of the formation. This stage is placed at the basis of the Gosau formation, at the Santonian level, and is represented by the bauxites from the Cîmpeni — Sohodol region. The bauxites from these two last regions present mixed detrito-chemical features which are more or less allochthonous.

In our previous papers we arrived at the conclusion that the bauxites from the basis of the Neocomian have resulted from precipitation processes, either from acid electrolyte solutions containing the ions of the Al-Fe-Ti triad or from colloidal solutions containing alumina bearers and ferric oxides stabilized by means of organic protection colloids or complex organo-metallic compounds. At the contact with the bicarbonatate waters of the Jurassic paleokarst, the precipitation seems to have taken place by the rapid modification of the pH of the waters which contained the above mentioned ions, or by the destruction, in the new bicarbonatate medium, of the protection colloids which contributed to preserving the metallic colloids.

If in the case of the bauxites from Hațeg and Cîmpeni — Sohodol the problem regarding the nature of their origin material is solved — we agreed on the Sebeș crystalline, namely the Gilău crystalline with granitoids and pegmatites —, in the case of the Neocomian bauxites we think of a pyroclastic material of ophiolite origin that entered the solution in a paludal environment at the surface of the Neojurassic karst.

This material which is dessilicated to a large extent, is supposed to have covered the whole surface of the Neojurassic karst with a more or less continuous cover. On its surface, the swamps would have been formed and their water would have constituted the acid medium for stabilizing the ions of the Al-Fe-Ti triad at which a small percentage of kaolinite from the altered origin deposit was added.

But, there is no palpable sign revealing the existence of such a material which could support this hypothesis; thus, we must admit of the preliminary lateritization of the primary pyroclastic deposit.

Otherwise, we must suppose that this material results from the laterite alteration of the crystalline rocks which form the basement of the Apuseni Mountains and that it was then spread over the surface of the Jurassic paleokarst, by water or by wind, as it is mentioned by some researchers (R o c h, 1974).

No matter which of the two solutions we choose, the chemical-mineralogical study as well as the occurrence of the bauxites from the basis of the Cretaceous formation lead us to the conclusion that the primary material has previously undergone an advanced alteration process in a typical siderolite domain highly laterised and dessilicated.

The alkaline-earthy elements entered the solution in great quantities and then they were left aside, leading to the concentration of aluminium, iron and titanium within the eluvial deposit. The silicatation process was not complete and a reduced percentage of silica remained bound under the form of kaolinite and dependent under the form of chlorite. The precipitation process seems to have taken place in a highly oxidizing environment in which the first ooids appeared; it had a rapid evolution and much of the precipitated material took the form of a gel with a massive texture, the ooids included.

There are some fragmentary forms of ooids which point to local reworking processes, situation indicated by the small fragments reworked from the already existing bauxites. These ones may come from the primary laterite deposit, constituting undisolved relics.

We must agree either on the hypothesis according to which the precipitation took place directly under the diasporite form, or on the hypothesis according to which the diasporite resulted from the dehydration of gibbsite or from the metamorphosis of böehmite, minerals initially formed. The initial lateritisation process seems to have been favoured by the warm and humid climate. Thus, on the basis of the pyroclastic-basaltic material which was transformed into böehmite, kaolinite and ferruginous minerals as a result of alteration, L a u g h a n (1975) draws the conclusion according to which the climate from Gondwana would have had the above mentioned features.

The chemical-mineralogical composition of the geloid sediment obtained, seems to have been the same from the basis up to the top of the limit, as it is the case in Pădurea Craiului. According to this hypothesis the initially laterite deposit had a more or less continuous and uniform development along the whole area of the Upper Jurassic karst.

In Pădurea Craiului, by the end of the oxidizing precipitating stage, the environment got a reducing character in a few isolated places and as a result, the accumulation of ferroferric and ferrous bauxites abundant in chlorites or in ferrous sulphide took place. In this stage of our researches, we have not remarked the same situation, neither in the Central Bihor nor in the Someșul Cald graben. It is within the Pădurea Craiului



formation that over the bauxites there appear in continuity of sedimentation the black limestones with carophytes and those with running water gasteropods pointing to the presence of a highly oxygenated lacustrian environment. However, these sediments are not present in the hanging wall of the bauxites from the Central Bihor and the Someşul Cald graben, where such a hanging wall seems to have been absent or was represented by the Urgonian reefal limestones pointing to the restoring of the marine sedimentation conditions.

The origin of the ferroferric and ferrous character of the bauxites from the Central Bihor and the Someşul Cald graben is quite different. As we mentioned above the former owe their character to the deferrization process accompanied by reduction phenomena, posterior to the sedimentation — during an epigenetic stage — characteristic to hypergenous or quite improbable hypogenous solutions, situation resulting both from the petrographic and the chemical-mineralogical study.

The bauxites from the Someşul Cald graben, point, by their almost similar quantities of aluminium, iron and titanium, to a great uniformity of the primary material. The chemical-mineralogical differences are due to supplementary quantities of silica as well as to the more or less proportional growth of the bivalent iron at the expense of the trivalent iron from the ferrous bauxites, situation which from the mineralogical point of view is equivalent to an increased quantity of ferrous chlorites. This fact leads us to the conclusion that the ferroferric and the ferrous bauxites resulted from the ferric ones by some metamorphism processes accompanied by an extra-quantity of silica, process probably connected with the banatite body from the Vlădeasa massif. From the macroscopic point of view, the bauxites are similar and present hematogel pigments, which are not transformed into magnetite as it is the case with the metamorphosed bauxites from Pădurea Craiului, but into leptechlorite, there existing a clear-cut distinction between the metamorphosed bauxites from the two massifs.

On the other hand, we noted a spatial location of the bauxites from the Someşul Cald graben, namely the ferric ones come from the Piatra Colţului — Humpleu region and the Alunu Mare Valley, while the ferrous ones are preponderent in the Ponor Valley — Onceasa region. All these lead us to think of a banatite mass close to the latter region which seems to have had metamorphic effects on the bauxites next to them.

The samples we studied present some processes of hypergenetic deferrization in the incipient stage. We do not possess any proof which could make us consider that the bauxites from the Someşul Cald graben have not suffered from the meteoric alteration which led to an increased diasporé percentage. On the other hand, we did not come across the deferrization accompanied by kaolinization assigned to the activity of the hydrothermal solutions met by us at the bauxites from the Pădurea Craiului. This fact could constitute another argument in favour of the hypothesis according to which the slight metamorphism present in the case of the ferrous bauxites is not of hydrothermal nature. The presence of the recrystallized diasporé, of the chlorite and of the anatase from the fissures is due

to the circulation of some epigenetic, partially reducing solutions of probable hydrothermal nature.

A number of supergene processes lead to the local hydration of the diaspore and the sporadic coming out of gibbsite as well as the filling in of some fissures with calcite.

XI. GENERAL CONCLUSIONS

The karst bauxites in the basis of the Cretaceous from the Someșul Cald graben (the Apuseni Mountains — Romania) are diaspore rocks of red or brown-red colour and form more or less lenticular bodies present on some tens of metres and presenting thicknesses of less than 3—4 m. They mould the paleokarst relief of the reefal Upper Jurassic limestones and are covered by marine limestones assigned to the Lower Cretaceous. From the chemical-mineralogical point of view, they are characterized by a remarkable constitutional uniformity, being mainly formed of the elements of the Al-Fe-Ti triad in equal quantities, at which variable quantities of silica are added. These ions are fixed in the following minerals :

Aluminium = diaspore and argillaceous minerals represented by kaolinite and ferrous chlorites of the chammositic type ;

Iron = oxides (hematite under hematogel diffuse form), oxihydroxides (goethite resulted from the hydration of hematite), ferrous silicates (chlorites) ;

Titanium = anatase ;

Silicium = argillaceous minerals (kaolinite and chlorite).

On the basis of the $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO}$ ratio that points out the oxidation degree of the samples, three types of bauxites have been recognized (as in the case of the Pădurea Craiului bauxites) : ferric bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} > 20$), ferroferric bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} = 20-8$) and ferrous bauxites ($\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{FeO} < 4$).

The ions of the Al-Fe-Ti triad are present in almost equal quantities in all the three types mentioned above (Al_2O_3 tot. 51.4—53 per cent ; Fe_2O_3 tot. 23.4—25.7 per cent ; TiO_2 2.5—2.6 per cent, means), the means having lower values in the case of the ferrous bauxites. The medium ferrous iron contents increase from the ferric to the ferrous bauxites (from 0.7 to 6.3 per cent) being on a reverse ratio with the means of the ferric oxides (which decrease from 25 per cent in the ferric bauxites to 16.4 per cent in the ferrous ones).

The silica, which presents similar means for the ferric (3.7 per cent) and ferroferric bauxites (3.5 per cent) reaches great values (8 per cent) in the ferrous bauxites and represents the single component with considerable fluctuations.

As far as the minerals are concerned, the diaspore which appears in similar quantities in the ferric and ferroferric bauxites (means of 59.6 per cent and 59.4 per cent) decreases in the ferrous ones (a mean of 53.9 per



cent). This is due to the massive increase of the aluminous silicates content (17.9 per cent chlorites and 6.5 per cent kaolinites) from the ferrous bauxites as opposed to 2.1 per cent chlorite and 6.1 per cent kaolinite from the ferric bauxites and 4.9 per cent chlorite and 4.2 per cent kaolinite from the ferroferric ones.

The hematite and goethite are the minerals which fix the trivalent iron, appearing in quite equal quantities in the ferric and ferroferric bauxites (means of 25.7 per cent and 25.1 per cent respectively) and in less quantities in the ferrous ones (17.9 per cent).

In conclusion we may say that the sedimentogenous ions supplies were almost equal for all the types of bauxites, except for the silica which appears in high quantities in the ferrous bauxites. This situation is simultaneous with the decrease of the trivalent iron content and the increase of the bivalent iron content, leading to the conclusion that these two processes — the enrichment in silica and the reduction of iron — had been synchronous and epigenetic, related to a secondary metamorphosis of the allitic sediments.

The trace elements content is analogous to the content from the other Neocomian bauxites from the Apuseni Mountains, the zircone ratios being higher than the chromium ones.

From the genetic point of view, the karst bauxites from the Someşul Cald graben were formed, like those from the Pădurea Craiului and the Central Bihor, from a laterite material which lay initially on a newly emerged surface of the Upper Jurassic limestones plateau. The initial material could be either a primary crystalline one or an allochthonous one, which according to our former opinion regarding the other regions of the Apuseni Mountains, could be an ophiolitic pyroclastite. Being highly dessilicated, this material had been solved (electrolite or colloidal solutions) in waters with a low pH (2–3) of probably paludal nature and then it was carried to the depressions of the relief. Here it came into contact with the bicarbonated waters characteristic of the karst regions, which modified the character of their pH or destroyed the protection colloids, thus determining the precipitation of the ferallitic gel from which the bauxites were formed. Unlike the synchronous and of the same origin bauxites from the Pădurea Craiului Massif, the bauxites from the Someşul Cald graben were deposited in an exclusively oxidating environment, the initial sediments being exclusively ferric. The ulterior influences with a local character, probably the juvenile character related to the banatitic magmatism, led to the partial reduction of iron, synchronous with the silica supplies, and to the formation of the chlorites characteristic of the ferrous bauxites. The samples we analysed present only weak traces of deferrization, unlike the bauxites from the Pădurea Craiului Mountains and the Central Bihor in which these secondary processes are very frequent.



REFERENCES

- Giușcă D. (1950) Le massif éruptif de la Vlădeasa. *An. Com. Geol.*, XXIII. București.
- Gutkin E.S. (1969) Znacenie litia dlja vijasnenia uslovii formirovania i izmenenia boksitov. Conf. intern. baux. Budapest.
- Kräutner T. h. (1941) Les dépôts mésozoïques dans la région des sources du Someșul Cald et de Vlădeasa. *C.R. Inst. Geol. Roum.*, XXVII. București.
- Loughnan F. G. (1975) Laterites and Flint Clays in the early Permian of the Sydney Basin, Australia, and their paleoclimatic implications. *Journ. Sedim. Petrol.*, 45, 3, 591–598.
- Nicolás J. (1970) Problème de la genèse des bauxites à mur karstique de France. Preuves pétrographiques paléontologiques et géochimie de la nature sédimentaire des formations bauxitiques de Provence. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, LIV, 3, 135–165. Budapest.
- Nicolás J., Bildagen P. (1972) Observations sur la genèse des pisolithes des formations bauxitiques à mur karstique du Sud-Est de la France, en liaison avec les phénomènes de déferrification qui les affectent. Exemple des Alpilles (Bouches du Rhône). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 274, 3496–3499, Série D. Paris. <
- Papiu V. Corvin (1970) Litologia calcarelor mezozoice asociate bauxitelor din masivul Pădurea Craiului (Munții Apuseni). *D. S. Inst. geol.*, LVI. București.
- Papiu V. Corvin, Minzatu Silvia, Iosof V., Udrescu Constanța, Giușcă R. (1970) Caracterele chimico-mineralogice ale bauxitelor din masivul Pădurea Craiului. *An Inst. geol.*, XXXVIII, 111–180, București.
- Papiu V. Corvin, Minzatu Silvia, Iosof V. (1970) Genetische Typen des Karstbauxiten in den rumänischen Kreideformationen. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, LIV, 241–264. Budapest.
- Papiu V. Corvin, Udrescu Constanța (1973) Eléments mineurs des bauxites de Roumanie. *Trav. Com. Inter. l'étude bauxit., ox., hydrox. d'alum.*, 9, Zagreb.
- Roch E. (1974) Histoire des bauxites provençales. *Trav. Com. Intern. baux., ox., hydrox. d'alum.*, 11, Zagreb.
- Schrolier, Sauer D. (1964) Ein Beitrag zur Geochemie der seltenen Elemente in Bauxiten. *Symp. Intern. l'étude baux., ox., hydrox. d'alum.*, I, Zagreb.
- Shinn E. A. (1968) Practical significance of birdseye structures in carbonate rocks. *Journ. Sedim. Petrol.*, 38, 1, 215–223.
- Valeton Ida (1972) Bauxites Devel in Soils. Science I, Elsevier Publ. Comp., Amsterdam-London-New York.
- Weisse G. de (1964) Bauxite latéritique et bauxite karstique. *Symp. ICSOBA*, 1, 7–29, Zagreb.

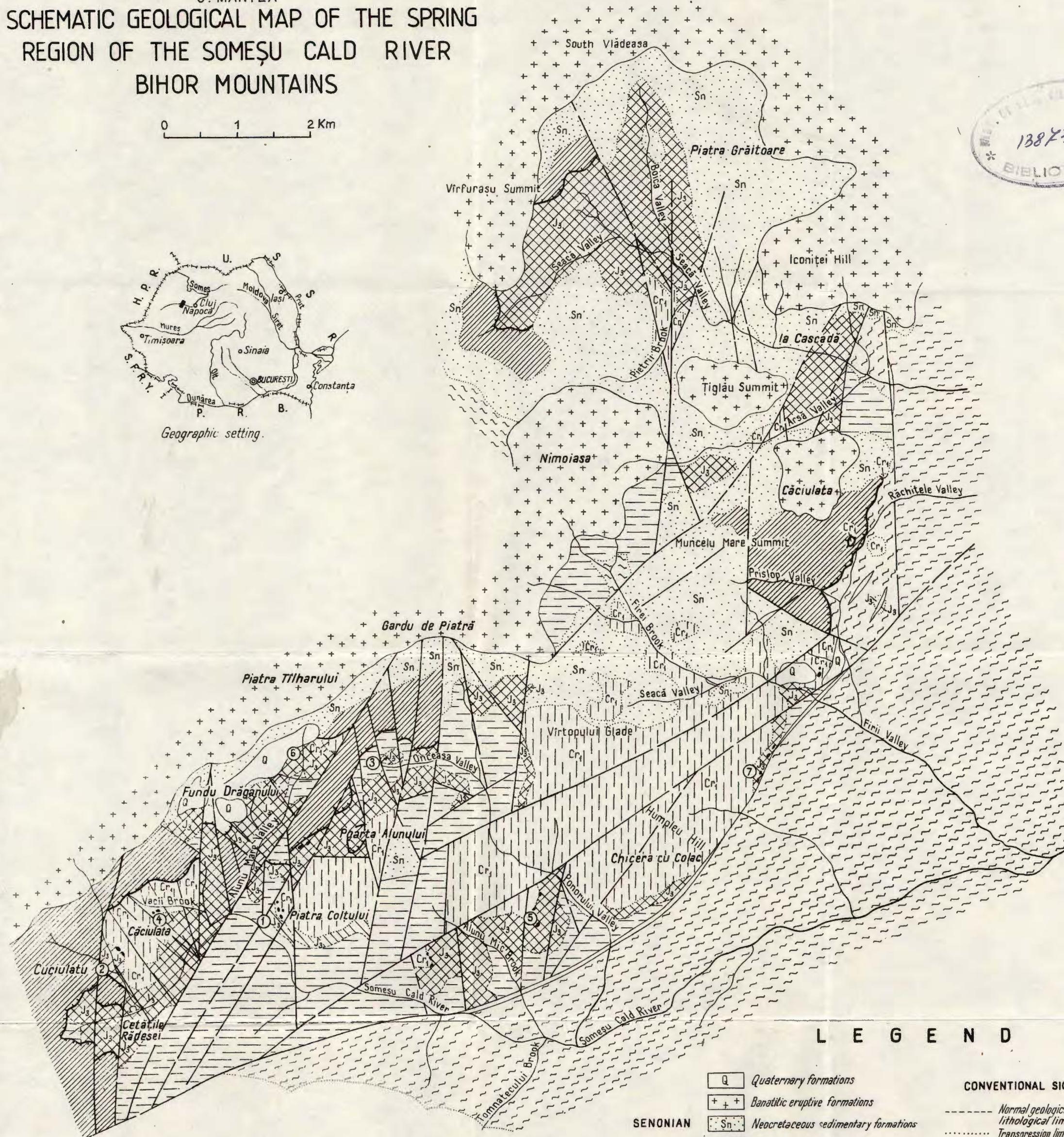


G. MANTEA
SCHEMATIC GEOLOGICAL MAP OF THE SPRING
REGION OF THE SOMEȘU CALD RIVER
BIHOR MOUNTAINS

0 1 2 Km



Geographic setting.



LEGEND

	Quaternary formations
	Banatitic eruptive formations
	Neocretaceous sedimentary formations
	The Codru Units

BIHOR AUTOHTHONOUS

LOWER APTIAN - BARREMIAN		Carbonate formations in Urgonian facies from the bauxite hanging Bauxites
TITHONIAN - OXFORDIAN		Carbonate formations in reef and lagoon facies in the bauxite footwall

CONVENTIONAL SIGNS

	Normal geological and lithological limit
	Transgression limit
	Limit used for eruptive and quaternary formations
	Overthrust line
	Fault
	Cavern

SECTORS WHERE BAUXITE SAMPLES WERE COLLECTED

- 1. Piatra Creiului sector
- 2. Cuciulatu sector
- 3. Onceasa - Poarta Alunului sector
- 4. Piriul Vaci sector
- 5. Piatra Alunului sector
- 6. Valea Alunului Mare sector
- 7. Humpuleu sector

2. ZĂCĂMINTE

ASUPRA FILIAȚIEI PROCESELOR METALOGENETICE DIN MUNTII LEAOTA ȘI IEZER-PĂPUŞA¹

DE

ION L. POPOVICI²

Hydrothermal-mesothermal mineralizations. Polymetallic sulphides. Arsenides. Hydrothermal metamorphism. Ca, Ni, Ag, native Bi. Hercynian orogenesis. Iezer Mts. Braşov Mts.

Abstract

On the Filiation of the Metallogenetic Processes from the Leaota and Iezer-Păpuşa Mountains. Within the Iezer-Păpuşa and Leaota Mountains, which constitute the south-eastern extremity of the South Carpathians, hydrothermal mineralization of polymetallic sulphides showing a cobalt-nickel, sometimes, gold or complex character are known. These metalliferous concentrations belong to the metallogenetic province that affiliates to the late evolution of the Hercynic synorogen magmatismus, representing the latter's only manifestations at the surface.

Primele eșantioane de minereu din munții Leaota au fost aduse profesorului Gr. Ștefănescu, în anul 1880, de către un miner de la Bădenii-Ungureni (în prezent satul Slobozia). Aceste eșantioane se păstrează în colecția Institutului Geologic al României, pe parcursul anilor adăugindu-li-se și altele, colectate fie de Gr. Ștefănescu, fie de alți cercetători.

Studiind materialul existent la acea dată, Ponzi (1884) identifică sideroza, smaltina, eritrina, annabergitul, malachitul, pitticitul și badenitul, pe care îl consideră drept o nouă specie minerală de compoziție complexă, dându-i numele localității de origine (Bădeni).

În anul 1934, Petruția n studiază eșantioanele etichetate ca „smaltină de la Bădeni”, existente în colecția Institutului Geologic al României,

¹ Lucrare prezentată la sesiunea de comunicări a Intreprinderii geologice de prospecționi pentru substanțe minerale solide din 26 V 1978, predată la 28 I 1979, acceptată pentru publicare la 17 III 1979.

² I.F.L.G.S., str. Mureș nr. 2—4, București.



precum și noi esantioane colectate din aluvijunile și aflorimentele de pe Valea lui Neguleț din munții Leaota. A fost astfel descris, pentru prima oară, modul de ocurență al mineralizațiilor de cobalt și nichel din regiune, iar studiul microscopic a permis identificarea unor minerale metalice cum ar fi : smaltina, safflorit, bismut nativ, pirită, calcopirită și tetraedrit. Că minerale de gangă au fost menționate : sideritul, calcitul și cuarțul. Materialul descris de Popovici sub numele de „badenit” ar reprezenta o asociere intimă de safflorit, smaltină și bismut nativ. Autorul studiului consideră, de asemenea, că mineralizațiile sunt de origine hidrotermal-mezotermală, fiind asociate genetic cu un „masiv granitic care, în regiunea considerată, să se găsească mai în adîncime”. Prezența sa ar fi indicată de apofizele granitice (granitele de Albești) situate în zone adiacente.

Datele arătate mai sus au constituit premise pentru cercetarea sectorului sud-vestic al Leaotei, identificîndu-se noi aflorimente de mineralizații cu cobalt și nichel, în Valea lui Neguleț, Valea Jocilor, Badeanca și Valea lui Dăniș.

În zona sudică a masivului Leaota, de-a lungul fracturilor ce cantează filoane cobalto-nichelifere, se cunoaște prezența unor compuși de tip bituminos, uranifer. Acest fapt a fost considerat ca un argument în favoarea ipotezei că, în zona marginală sudică, cristalinul Leaotei decolează peste depozitele Cretacicului inferior, din care soluțiile hidrotermale ce le-au traversat au extras și depus în formațiunile cristalinului suprjacent bitumine uranifere³. Am putea astfel să dăm credit ideii existenței unor pulsații hidrotermale posterioare Cretacicului inferior care s-au manifestat numai în zona marginală sudică a masivului Leaota. Aceste pulsații nu afectează nici depozitele vraconian-cenomaniene, ce acoperă transgresiv rama sudică a cristalinului, și nici partea centrală și nordică a acestuia. Ele ar putea constitui manifestări ale unui ciclu de pulsații mineralizatoare afiliate magmatismului profund, generat în cadrul orogenezei alpine. Produsele acestui ciclu se suprapun, asociindu-se spațial de-a lungul acelorași fracturi, mineralizațiilor de sulfuri polimetalice și cobalto-nichelifere numai în partea sudică a masivului Leaota.

Cu ocazia cercetărilor pe care le-am întreprins în masivul Iezer-Păpușa și în nordul Leaotei a fost posibilă demonstrarea genezei hidrotermal-metasomatice a rocilor ankeritice asociate mineralizațiilor și căilor de acces ce au servit punerii în loc a acestora (Popovici, 1978). A fost, de asemenea, semnalată asocierea spațială, de-a lungul acelorași aliniamente tectonice, a mineralizațiilor de sulfuri și a faciesurilor de metamorfism hidrotermal însotitor cu mici intruziuni granitice (granitele de Albești).

În acord cu ultimele precizări privind stratigrafia și structura metamorfitelor ce alcătuiesc masivele Leaota și Iezer-Păpușa (Popovici, 1978) a fost din nou confirmată identitatea petrografică și continuitatea acestor formațiuni, la vest și la est de valea Dimboviței, conferindu-se astfel grupului morfologic Iezer-Păpușa-Leaota și atributul unității evolu-

³ G. Ailenie, comunicare verbală.

tiv-structurale. În partea sa nordică, cristalinul Iezer-Păpușa se află în relații de discordanță stratigrafică și structurală cu soclul dalslandian ce constituie extremitatea estică a masivului Făgăraș (Popovici, 1978).

Considerate a fi avut o evoluție geologică unitară, metamorfitele grupului Iezer-Păpușa-Leaota prezintă elemente structurale majore, orientate vest-sud vest — est-nord est, și anume: la nord, sinclinalul Călușu, în zona centrală anticlinalul Pravăt-Prislop, iar în zona sudică, sinclinalul Stoenești-valea Bădeanca. Fracturile ce afectează aceste structuri au caracter regional și se orientează paralel cu fractura majoră de-a lungul căreia cristalinul seriei de Cumpăna, din masivul Făgăraș, șariază peste depozitele mezozoice de la Codlea-Holbab, în extremitatea estică a Carpaților Meridionali. Între aceste accidente disjunctive, fractura Pravăt-Prislop controlează limita sud-estică a depozitelor mezozoice din culoarul Dîmbovioara-Bran.

Metamorfitele din munții Iezer-Păpușa și Leaota au fost încadrate la două etaje structurale (Gherasim et al., 1966; Popovici, 1978).

Un prim etaj structural este constituit de formațiunile cristalofiliene ale seriei de Leaota. Acestea au fost metamorfozate la nivelul faciesului de sîsturi verzi, cu treceri către faciesul amfibolitelor și aflorează în zona-centrală a munților Leaota (anticlinalul Pravăt-Prislop), precum și în sudul masivului Iezer-Păpușa (anticlinalul Voinești).

Sisturile cristaline ce formează umplutura sinclinalelor Călușu și Stoenești-valea Bădeanca aparțin unui alt etaj structural în care intensitatea metamorfismului regional nu a depășit domeniul de stabilitate al cloritului, iar aceasta a permis păstrarea unor resturi de floră de vîrstă silurian-devonian inferioară (Popovici, 1978).

În mod ideal, cele două etaje structurale sunt deschise în profilul geologic al văii Dîmboviței, începînd din partea nord-estică a masivului Iezer-Păpușa, pînă în zona sud-vestică a Leaoiei, la Stoenești.

În bazinul superior al văii Dîmboviței, pe teritoriul munților Iezer-Păpușa și Leaota, se poate astfel vorbi de o situație în care eroziunea a denudat formațiuni filoniene hidrotermale depuse la nivele din ce în ce mai apropiate, în raport cu sursele plutonice generatoare ale soluțiilor mineralizante. Asemenea surse ar fi plasate în adîncime, de-a lungul unuia sau altuia din aliniamentele tectonice disjunctive ce traversează bazinul de la sud-vest către nord-est, în zonele Stoenești-valea Bădeanca, Pravăt-Dragoslavele-Valea Caselor sau, mai la nord, în zona axială a sinclinalului Călușu.

Situația expusă permite să se observă o distribuție a zonalității de depunere, în funcție de nivelul deschis prin eroziune, în formațiuni filoniene diferite, controlate de linii tectonice diferite. Astfel, filoanele deschise în zonele superioare ale reliefului, respectiv în zona central-estică a masivului Iezer-Păpușa, sunt constituite din cuart alb-eenușiu cu plaje sau cuiburi de pirită și marcasită. La contactul acestor filoane se produc importante procese de carbonatare a rocilor-gazdă, în special atunci cînd ele conțin minerale feromagneziene. Asemenea filoane, deschise de valea Dîmboviței în zona axială a sinclinalului Călușu, conțin parageneze mezo-

termale în care pirita și mispichelul se asociază cu calcopirita, blenda feriferă (marmatit), tetraedritul, galena, precum și cu aurul și bismutul nativ⁴. Filoane de același tip apar și în partea central-vestică a masivului Leaota unde caracterul aurifer se evidențiază la nivele superioare cotei de 1000 m. Frequent, aceste filoane conțin geode și druze cu cristale centimetrice de cuarț translucid, deseori cu structuri „în pieptene”.

Cu un termen generic, formațiunile descrise pot fi încadrate tipului de filoane cu sulfuri polimetallice aurifere.

În regiunea Rucărului, Cădere (1925) anunță prezența mercurului nativ, dar această informație rămâne neverificată, cu toate că mai la sud, în valea Pravățului, am sesizat prezența acestui element în cantități mai ridicate, prin analiză spectrografică de absorbție.

Toate mineralizațiile descrise mai sus sunt cantonate în formațiuni cristalofiliene ce aparțin seriei de Călușu.

Urmărind către sud profilul Dîmboviței, se ajunge la Dragoslavele, în zona confluenței cu valea Pravățului. Aici, valea Dîmboviței este traversată de la sud-vest către nord-est de un aliniament disjunctiv major (fractura Pravăț-Prislop) în legătură cu care apar filoane de cuarț cu spectru mineralogic relativ larg. Aceste filoane ce aflorează în văile afluențe Dîmboviței conțin minerale cu pirită, calcopirită și galenă, cărora li se asociază conținuturi mai ridicate, geochimic anomale, de Co, Ni, Zn, uneori Hg, precum și de As, Sb, Bi. A fost identificată, de asemenea, prezența aurului.

La nivelul cotei 700 m, associațiile mineralogice conțin minerale caracteristice formațiunii hidrotermale cobalto-nichelifere. Prezența acestor minerale crește procentual cu cit se ajunge în puncte mai sudice ale profilului Dîmboviței și atinge un maxim în zona sud-vestică a masivului Leaota, în valea Bădeanca, la nivelul cotei 500 m.

Între Rucăr, la nord, și Lunca Gîrtii, la sud, mineralizațiile hidrotermale străbat formațiunile cristalofiliene ale seriei de Leaota care, conform cu vîrstele izotopice K/Ar determinate, s-au format în cadrul ciclului tectono-magmatic assyntic (Popovici, 1978).

La sud de paralela Lunca Gîrtii – Mateiaș, mineralizațiile hidrotermale sunt controlate de fracturi aparținând aliniamentului văii Bădeanca și capătă o nouă specificitate datorită prezenței mineralelor din seriile arseniurilor și sulfoarseniurilor de cobalt și nichel (Poponi, 1884; Petruția, 1956; Popescu, 1968). Filoanele din această zonă prezintă texture brecioase sau de cataclază în cadrul cărora ganga de cuarț este frequent străbătută de vînișoare de carbonați (calcit, siderit, ankerit), însotind minerale de cobalt și nichel. Aceste minerale apar în filoane de difereite tipuri paragenetice, între care deosebim :

- filoane de cuarț ce cantonează parogeneze tipice formațiunii pentametallice, conținând în special cobalt și cupru ;
- filoane de cuarț și carbonați cu impregnații de calcopirită ;
- filoane de cuarț cu bornit și calcopirită ;

⁴ R. Borda, comunicare verbală.

- filoane de cuarț alb-cenușiu cu pirită, calcopirită și marcasită, uneoria aurifere;
- filoane cu smalțină și safflorit cu asociații cuprifere sau polimetalice de tip Valea lui Neguleț;
- filoane cobalto-nichelifere întrețiate de filoane cu galenă și calcopirită;
- filoane plumbo-zincifere cu gangă de cuarț și carbonați, asociate cu mineralizații cobalto-nichelifere.

Elementele chimice ce caracterizează mineralizațiile hidrotermale din sud-vestul masivului Leaota au fost evidențiate încă de la sfîrșitul secolului trecut prin analizele chimice publicate de Ponzi (1884) care semnalează prezența Co, Ni, Bi, As, Sb, Cu, Zn, Fe. Aceste elemente se regăsesc în compoziția mineralelor determinate cu acea ocazie, respectiv în: smalțină, eritrină, annabergit, malachit și pitticit. Ulterior au fost identificate: saffloritul, bismutul nativ, pirita, calcopirita, tetraedritul și limonitul (Petrulaian, 1936). Dintre mineralele de gangă se identificaseră sideritul, calcitul și cuarțul. În filoanele din valea Bădeanca a fost descoperită prezența maucheritului și milleritului (Popescu, 1968).

Prin cercetările pe care le-am efectuat în partea nord-estică a masivului Leaota, precum și în masivul Iezer-Păpușa au fost identificate noi minerale, între care amintim: mispichelul, blenda neagră, aurul nativ (Tănase et al., 1981) și löllingitul.

În filoanele din Valea Runcului a fost observată prezența galenei argentifere, în timp ce molibdenitul, în mici filoane de cuarț, apare în zona satului Slobozia.

Dintre mineralele de origine hipergenă amintim prezența unor frumoase eflorescențe de azurit, asociate cu malachitul și eritrina la Lunca Gârtii și Pîrîul lui Mindroi.

Concluzii

Din punct de vedere mineralologic și chimic, mineralizațiile în discuție, în special cele din sectorul sud-vestic al Leaotei, conțin parageneze tipice formațiunii pentametalice în care Co, Ni, Bi, uneori Ag, apar ca elemente conducătoare. Arsenul și stibiul însoțesc aceste concentrații în condițiile în care arseniurile, sulfoarseniurile și sulfosărurile constituie, de asemenea, parageneze caracteristice formațiunii pentametalice.

Cimpul cobalto-nichelifer din sud-vestul masivului Leaota este controlat de aliniamentul disjunctiv major al văii Bădeanca, de-a lungul căruia formațiunile seriei de Leaota, din flancul sud-estic al anticlinalului Pravăț-Prislop, decolează peste formațiunile seriei de Călușu.

Pe aliniamentele mai nordice, mineralizațiile devin predominant cuprifere, ultima apariție a asociației Co-Ni-Sb-As-Bi fiind aceea din valea Pravățului (Dragoslavele), mineralizațiile fiind cantonate aici în formațiunile seriei de Leaota.



În cadrul seriei de Călușu, în zona Rucărului mineralizațiile conțin calcopirită, pirită, marcasită, mispichel și löllingit ce se asociază în filoane de cuart și calcit.

Ultimul și cel mai nordic aliniament de mineralizare este acela ce se urmărește în flancul sudic al zonei axiale a sinclinalului Călușu.

Caracterizate atât prin minerale cu funcție de termometru geologic (bismut nativ, blendă neagră, pirotină), cât și prin parageneze tipice, cum ar fi asociația sulfosensiurilor și arseniurilor cu sulfurile comune, mineralizațiile din munții Iezer-Păpușa și Leaota pot fi încadrate în tipul mezo-termal, cu unele treceri spre tipul hipotermal.

Relații genetice ale mineralizațiilor cu roci eruptive nu au putut fi încă stabilite, dar faptul că ele se plasează de-a lungul acelorași aliniamente disjunctive, în legătură cu care apar și mici intruziuni granitice (granite de Albești), aruncă o nouă lumină asupra genezei. Este cunoscut faptul că granitetele de Albești sunt magmatice sinorogene ce aflorează numai în domeniul cristalinului Iezer-Păpușa — Leaota (Gheras et al., 1966; Popovici, 1978), arătându-se, de asemenea, că ele sunt reactivate în complexul bazal al seriei de Călușu (Popovici, 1978). Această situație exclude posibilitatea oricarei filiații între granitetele de Albești și mineralizațiile hidrotermale din munții Iezer-Păpușa — Leaota, acestea din urmă fiind cantonate atât în seria de Leaota, cât și în seria de Călușu. Cu toată atenția acordată problemei, pînă în prezent nu au putut fi puse în evidență relații între mineralizațiile în discuție și calcarele jurasic-superioare ce alcătuiesc masivele Piatra Craiului și Mateiaș.

Dată fiind situația expusă, sintem înclinați a crede că alinierea sistemelor filoniene de-a lungul unor aliniamente disjunctive ce au favorizat și intruziunea granitelor de Albești, în ciclul assyntic, sugerează faptul că în ciclul hercinic fracturile profunde au fost reactivate, iar în acest cadrul a fost generat un magmatism ce s-ar putea considera drept sursă a proceselor de depunere hidrotermală din regiune. Acest magmatism a fost generat în cadrul zonei mobile în care au evoluat metamorfitele seriei de Călușu, corespunzînd astfel ariei de dezvoltare a formațiunilor cristalofiliene ce caracterizează masivele Iezer-Păpușa și Leaota.

În aceste condiții, caracterele mineralogice și geo chimice ale mineralizațiilor prezентate pledează pentru un proces evolutiv unitar. Aceasta să ar datora unor surse plutonice cautele de-a lungul a mai multe fracturi majore, relativ paralele, ce străbat întregul edificiu cristalofilian format de seriile de Leaota și Călușu.

Pe baza datelor expuse, considerăm că mineralizațiile hidrotermale de sulfuri polimetale din masivele Leaota și Iezer-Păpușa ar putea fi încadrate provinciei concentrațiilor produse de evoluția tardivă a magmatismului sinogen hercinic.

Afilierea propusă ar putea fi corelată cu situația existentă de-a lungul întregii centuri orogene hercinice din Europa centrală și vestică, unde mineralizații similare și în special acelea aparținând tipului „pentametalic” (Erzgebirge, Sardinia, Masivul Central Francez) sunt generate de plutoniuri granitici de vîstă hercinică (Bastin, 1939).

Formațiunile provinciei metalogenetice⁵ hercinice din munții Leaota și Iezer-Păpușa sunt caracterizate de un raport unitar sau aproape unitar al participării cobaltului și nichelului în filoane, de asocierea bismutului nativ, arseniurilor și sulfoarseniurilor de cobalt și de procesele de carbonatare și introducere metasomatică a borului (Popovici, 1978) în aureolele de metamorfism hidrotermal. Aceste caractere afiliază concentrațiile metalifere evoluției tardive a unor vete plutonice ascunse în care au fost generate magme de chimism granodiorit-granitic.

BIBLIOGRAFIE

- Bastian E. S. (1939) The nickel-cobalt-silver ore type. *Econ. geol.*, 34, Ian.-Febr., 1-49.
- Cădeș D. M. (1927) Raport pentru a servila descrierea mineralologică a României. *Mem. Acad. Rom.*, III. București.
- Gherasim N., Manilici V., Dimitrescu R. (1966) Studiul geologic și petrografic al masivului Iezer-Păpușa. *An. Com. St. Geol.*, XXXV, București.
- Petrulian N. (1936) Les minerais de cobalt de la Valea lui Negulești (Bădenii-Ungureni). *An. Inst. Géol. Roum.*, XVII, București.
- Poni P. (1884) Mineralele de la Bădenii-Ungureni. *An. Bir. Geol.*, 2, 1, București.
- Popescu Gh. (1968) Asupra prezenței maucheritului în mineralizația de nichel de la Bădeni (munții Leaota). *St. cerc. geol., geofiz.*, 13/2, 430, București.
- Popovici I. L., Urca N. T. (1977) Contribuții la studiul proceselor de alterație hidrotermală din masivul Iezer-Păpușa. *D. S. Inst. geol. geofiz.*, LXII (1974—1975), 253—261. București.
- Popovici I. L. (1978) Contribuții la orizontarea litostratigrafică și stabilirea vîrstei metamorfitelor din munții Iezer-Păpușa și Leaota. *D. S. Inst. geol. geofiz.*, LXIV (1976—1977), București.
- Savu H., Borcoș M., Kräutner H. (1970) Notă explicativă la Harta metalogenetică a R. S. România, scara 1:1 000 000, Inst. geol. București.
- Ștefănescu Gr. (1883) Relațiune sumară de lucrările biroului geologic în campania anului 1882. *An. Bir. Geol.*, I. București.
- Tănăsescu Lucia, Gheorghiu F. I., I. L. Popovici (1981) Studiu preliminar al mineralizațiilor hidrotermale din zona central-estică a masivului Iezer-Păpușa. *D. S. Inst. geol. geofiz.*, LXV/2. București.

⁵ Conceptul de „provincie metalogenetică” a fost utilizat în sensul acceptat cu ocazia redactării textului explicativ la Harta metalogenetică a R.S. România, scara 1:1 000 000 de către Institutul geologic (1970).

SUR LA FILIATION DES PROCESSUS MÉTALLOGÉNIQUES DES MONTS LEAOTA ET IEZER-PĂPUŞA

(Résumé)

Les minéralisations hydrothermales situées au sud-ouest du massif Leaota (Carpathes Méridionales), connues dès le dernier siècle (Ștefanescu, 1883 ; Popi, 1884), ont un caractère cobalto-nickélifère. L'étude effectuée par Petruțian (1936) sur des échantillons de minérai de cette région lui a permis l'identification de plusieurs espèces minérales, dont la smaltine, la safflorite, le bismuth natif, la pyrite, la chalcopyrite et la tétraédrite. Les minéraux métalliques sont accompagnés surtout par des carbonates de la série de l'anékrite et par du quartz.

Les recherches géologiques des dernières années (Popovici, Urca, 1977) ont précisée la genèse hydrothermal-métasomatique des roches ankéritiques qui accompagnent les minéralisations et les fractures ayant contrôlé la circulation des fluides hydrothermaux, le faciès ankéritique étant le faciès le plus caractéristique du métamorphisme hydrothermal de la région étudiée.

Du sud-est vers le nord-ouest les minéralisations des massifs Leaota et Iezer-Păpușa se rangent d'après plusieurs alignements disjonctifs majeurs. Dans cet ordre, le caractère des minéralisations change, passant du cobalto-nickélifère (l'alignement de la vallée Bădeanca) à polymétallique et aurifère sur les alignements qui marquent axialement les structures des plis majeurs Pravăt-Prislop et Călușu. A l'exception de la structure Călușu, qui loge des formations cristallophyliennes d'âge dévonien inférieur, le long des autres alignements les minéralisations s'associent dans l'espace à de petites intrusions granitiques, connues comme des granites d'Albești (Gherasi et al., 1966). Les granites, d'âge assyntique, traversent seulement l'étage structural inférieur des monts Leaota et Iezer-Păpușa, ils sont remaniés dans les dépôts psammo-pséphitiques faiblement métamorphisés, situés à la base de la série de Călușu, d'âge dévonien.

Dans la partie sud-ouest de Leaota, dans le bassin de la vallée Bădeanca, on distingue un champ cobalto-nickélifère renfermant des paragenèses minéralogiques typiques pour la formation Co-Ni-Ag (voir Bastin, 1939). Localement, quelques associations minéralogiques rappellent la formation pentamétallique, telle qu'elle a été décrite par Schneiderhöhn (1962). Dans ce cadre, le cobalt, le nickel, le bismuth, parfois l'argent apparaissent comme éléments principaux, tandis que l'arsène et le stibium accompagnent les concentrations dans les conditions dans lesquelles les arsénures, les sulfosels et les sulfoarsénures du type de la tétraédrite constituent également des présences majeures.

Sur les alignements médians, susceptibles de représenter la diagonale géométrique du groupe Iezer-Păpușa-Leaota, du sud-ouest vers le nord-est, les minéralisations gagnent une dominance polymétallique, contenant de la chalcopyrite, de la pyrite, marcassite, mispickel, löllingite, parfois galène et or natif. Ces minéraux s'associent en filons de quartz et calcite.

L'alignement de minéralisation le plus septentrional poursuit la zone axiale du synclinal Călușu, qui constitue l'axe de symétrie structurale des métamorphites du massif Iezer-Păpușa. Ici apparaissent des filons de quartz à pyrite, chalcopyrite, or natif, mispickel, pyrrhotine, blonde bismutho-ferrifère (marmatite) et tétraédrite.

Caractérisées autant par des minéraux à fonction de thermomètre géologique (bismuth natif, blonde noire, pyrrhotine), ainsi que par des paragenèses typiques, telle que l'association des sulfoarsénures et des arsénures avec les sulfures communes, on peut ranger les minéralisations hydrothermales des monts Iezer-Păpușa et Leaota dans le type mésothermal à transitions vers le hypothermal.



Les caractères minéralogique et géochimiques des minéralisations des monts Leaota et Iezer-Păpușa indiquent un processus évolutif unitaire, du a des sources plutoniques cantonnées le long des fractures majeures, relativement parallèles, qui traversent l'édifice cristalophyllien constitué de séries de Leaota (assyntique) et Călușu (déyonienne). Les minéralisation en question se rangent de la sorte dans la province des concentrations engendrées par l'évolution tardive du magmatisme synorogène hercynien. Cette observation est corrélatable à la situation existante le long de l'entièvre ceinture orogénique hercynienne de l'Europe centrale et occidentale, où des minéralisations semblables et particulièrement celles appartenant au type pentamétallique sont engendrées par des plutons granitiques hercyniens (Bastin, 1939).

Les formations de la province métallogénique hercynienne des monts Leaota et Iezer-Păpușa sont caractérisées par un rapport unitaire ou presque de la participation du cobalt et du nickel dans les filons, par l'association du bismuth natif, des arséniums et des sulfoarséniums de cobalt et par les processus de carbonatation et d'introduction métasomatique du bore (Popovici, 1978) dans les auréoles de métamorphisme hydrothermal. Ces caractères nous portent à affilier les concentrations métallifères à l'évolution tardive de certains foyers plutoniques cachés, dans lesquels se sont probablement formés des magmas acides.





Institutul Geologic al României

2. ZĂCĂMINTE

STUDIU PRELIMINAR AL MINERALIZAȚIILOR HIDROTERMALE DIN ZONA CENTRAL-ESTICĂ A MASIVULUI IEZER-PĂPUŞA¹

DE

LUCIA TĂNĂSESCU², FLORIN GHEORGHIU², ION L. POPOVICI³

Abstract

Hydrothermal veins. Polymetallic sulfides. Minerals – paragenesis. Mathematical statistics – geochemistry. Au, As, pyrite, mispickel. Pyrrhotine. Metallogenetic phases. Iezer Mts.

Preliminary Study of the Hydrothermal Mineralizations from the Central-Eastern Zone of the Iezer-Păpuşă Massif. Quartz lodes in calcite, pyrite, chalcopyrite, galena, blende, mispickel, native gold, tetrahedrite and pyrrhotine general paragenesis are known in the central-eastern zone of the Iezer-Păpuşă Massif. The gold occurs free in quartz and chalcopyrite, but it also appears as „submicroscopic gold” in the network of pyrite, pyrrhotine and mispickel. Such occurrences were also confirmed by the statistic-mathematical analysis of the values of chemical analyses. The graphic test of the statistic homogeneity in the gold/arsenic ratio and the calculation of the empiric coefficient of correlation revealed a limited dependence of the gold upon the arsenic. The bimodal character of the distribution curves of the gold in lode and in the adjacent zones as well as the resemblance between the tendency curves express the genetic dependence of the pyrite stratiform mineralizations from the surrounding schists upon the phenomena of deposition in the metalliferous substances in lode. These mineralizations show an epigenetic character and are the result of the circulation of hydrothermal fluids along a vast fissural network. Thus a pyritization (pyrrhotinization) and carbonatation facies of the crystalline schists was obtained; later it constituted the frame within which the metalliferous lodes deposited.

Cercetările geologice efectuate în ultimii ani au condus la descooperarea de noi mineralizații hidrotermale în zona centrală și estică a masivu-

¹ Lucrare prezentată la sesiunea de comunicări a Intreprinderii geologice de prospecționi pentru substanțe minerale solide din 26 V 1978, predată la 28 I 1979, acceptată pentru publicare la 17 III 1979.

² I.G.P.S.M.S., str. Caransebeș nr. 1, București.

³ I.F.L.G.S., str. Mureș nr. 2–4, București.

lui Iezer-Păpușa. Aceste mineralizații sunt reprezentate prin filoane de cuarț ce străbat șisturile cristaline aparținând seriilor de Leaota și Călușu.

Mineralizații hidrotermale sunt cunoscute, încă din secolul trecut, în partea sud-vestică a masivului Leaota (Ştefănescu, 1883; Petruția, 1936).

Faciesurile metamorfismului hidrotermal ce însoțesc aceste mineralizații au fost descrise atât în masivul Leaotei, cât și în masivul Iezer-Păpușa unde ele se asociază cu aliniamente disjunctive majore de-a lungul căror formațiunile seriei de Leaota cantonează intruziuni granitice minore (Popovici, 1975). În acest sens, circulația soluțiilor hidrotermale a produs importante procese de ankeritizare, silificiere secundară și piritizare, ce au fost favorizate mai ales în zonele în care fracturile de acces intersectează nivele de șisturi cristaline ce conțin în proporție sporită minerale feromagneziene (Popovici, 1978).

În zona centrală a masivului Iezer-Păpușa, de-a lungul zonei axiale a sinclinalului Călușu, au fost evidențiate mai multe zone în care metamorificele seriei de Călușu conțin o fază carbonat-sulfurică reprezentată prin calcit, ankerit, pirotină, pirită și sporadic, blendă și calcopirită. Macroscopic, această mineralizație are aspect stratiform, dar studiile microscopice au pus în evidență numeroase structuri de înlocuire, corodare sau depunere hidrotermală, carbonații și sulfurile apărând ca neoformațiuni adăugate compoziției mineralogice initiale a șisturilor cristaline.

Pînă în prezent, în masivul Iezer-Păpușa-Leaota au fost descrise mineralizații hidrotermale ce conțin parageneze mineralogice aparținând formațiunii Co-Ni-Ag-Bi (Petruția, 1936). Diversele combinații paragenetice evidențiate caracterizează filoane diferite, iar, pe baza acestui criteriu, mineralizațiile cunoscute au o distribuție zonală. În zona sudică și sud-vestică a masivului Leaota, în bazinul văii Bădeanca și în valea Dîmboviței, filoanele au caracter cobalto-nichelifer. Urmărind către nord valea Dîmboviței, se întîlnesc mineralizații în care mineralele de cupru predomină.

În zona Rucăr și la nord de această localitate parageneza filoanelor capătă o altă specificitate, fiind reprezentată în special prin pirită, calco-pirită, mispichel, löllingit, marcasită etc.

Mineralizațiile sunt controlate de fracturi orientate după direcția nord-est – sud-vest, fiind cantonate în filoane de cuarț și calcit sub formă de cuiburi sau disseminări. În majoritatea cazurilor, ankeritizările, silificierile și piritizările constituie cele mai caracteristice faciesuri ale metamorfismului hidrotermal asociat filoanelor (Popovici, 1978).

În ultimul timp, în zona centrală a masivului Iezer-Păpușa, în valea Dîmboviței, au fost identificate mai multe filoane de cuarț conținând sulfuri polimetallice. Aceste filoane au inclinări apropiate de verticală și sunt discordante în raport cu foliația șisturilor clorito-sericitoase în care sunt cantonate.

Unul dintre filoanele menționate face obiectul studiului de față. Acest filon aflorează în versantul stîng al Dîmboviței, în aval de pîrul Păltinet, precum și în talwegul acestui pîrîu.

În afloriment, în masa de cuarț alb-cenușiu a filonului apar cuiburi, plaje sau diseminări de sulfuri metalice reprezentate prin pirită, calcopirită, galenă, blendă neagră și mispichel. Acest din urmă mineral apare, în general, pe contactul filonului cu rocile gazdă care prezintă faciesuri de silificiere secundară, consecutivă proceselor de carbonatare hidrotermală, precum și impregnări pirotoase.

Filonul Păltineț a fost deschis și cercetat direcțional, în subteran, cu o galerie de coastă. Mineralizația de sulfuri metalice este cantonată într-un filon discordant, aproape vertical, constituit din cuarț alb-cenușiu, fisurat, uneori cataclazat.

Mineralele metalice, în special pirita și mispichelul, sunt depuse de-a lungul contactelor „culcus” și „acoperiș” sau pe fisuri paralele cu planul înclinării, în masa filonului. Calcopirita și blenda apar ca plaje sau cuiburi înlănțuite. Asociația calcopirită-blendă neagră a fost întâlnită atât în aflorimentul din pîrul Păltineț, cît și în subteran. O intensă mineralizare cu mispichel apare pe anumite porțiuni în subteran unde mispichelul și pirita formează benzi paralele cu planul contactului „culcus”. Aceste minerale sunt impregnate și în masa rocilor-gazdă care sunt afectate de procese de silificiere.

Trebue relevat, de asemenea, că șisturile clorito-sericitoase albite ce cantonează filonul conțin o mineralizație de pirotină cu aspect stratiform, paralel cu foliația metamorfică. Această mineralizație este reprezentată prin plaje și granule alungite de pirotină ce se dispun pe planul de foliație atât în imediata vecinătate a filonului, cît și în zone în care filonul nu se află în spațiul galeriei. Pe unele porțiuni, în legătură cu existența unor sisteme de diaclaze și fisuri, paralele sau perpendiculare pe direcția filonului, mineralizația stratiformă de pirotină este sporită calitativ, umplutura diaclazelor fiind constituită din cuarț, calcit, pirită, pirotină.

Rezultatele analizelor chimice efectuate pe probe sistematice indică concentrații aurifere comparabile atât pentru mineralizația din filon, cît și pentru cea stratiformă. Acest fapt ar putea reprezenta un indiciu conform căruia se poate presupune caracterul epigenetic al mineralizației stratiforme. Presupunerea este argumentată și de studiul microscopic al mineralizației. Astfel, în subteran, la cca 0,5 m de filon, în acoperișul acestuia a fost colectat, în vederea secționării, un eșantion de șisturi clorito-sericitoase mineralizat cu pirotină. Sub microscope, roca prezintă facies de carbonatare, carbonații formînd o masă orientată ce se dezvoltă pseudomorf pe seama lamelelor de clorit. Sericitul, redus cantitativ, rămîne neafectat în cadrul masei de carbonați. De asemenea, în cadrul neoformăriunii carbonatice orientate „plutesc” mici porfiroblaste de albit intenș fisurate și corodate de carbonați care invadăază toate fisurile din cristale, iar în unele cazuri și planele de clivaj (pl. I, fig. 1,2). Pirotina se dezvoltă ca șiruri de granule paralele ce respectă foliația metamorfică, practic alungirea foilelor de clorit pseudomorfozate de carbonați, sugerînd astfel o concreștere de tip epitaxial a cristalelor de pirotină care aderă structural la rețeaua planară a cloritului înlocuit de carbonați.

Aspectele prezentate sugerează faptul că, într-o anumită fază de pulsătie hidrotermală, fractura de acces a permis circulația unor fluide acide, carbonatate și calcice, care au atacat structurile cristaline ale cloritului. În acest fel, prin distrugerea subrețelei coordonate octaedric, fierul, magneziul și aluminiul au fost dislocate, ceea ce a permis creșterea pseudomorfă a calcitului și silicifierea secundară a rocii. În imediata vecinătate, datorită concentrației în sulf a soluțiilor, a fost posibilă precipitarea și cristalizarea epitaxică a pirotinei.

Procesele expuse au dat naștere faciesului de metamorfism hidrotermal ce afectează șisturile cristaline din vecinătatea filonului. Acest facies caracterizat, așa cum s-a arătat, prin prezența neoformațiunii carbonatice în asociație cu sulfuri metalice generate metasomatic și silicifierea secundară a rocilor afectate a fost descris pentru majoritatea mineralizațiilor filoniene din munții Leaota și Iezer-Păpușa (Popovici, 1975). Mineralizația stratiformă de pirotină asociată acestui facies se extinde pe o largă arie în zona axială a sinclinalului Călușu din partea centrală a masivului Iezer-Păpușa și reprezintă un tip facial condiționat de caracterul și compoziția soluțiilor hidrotermale migrate pe planele de minimă rezistență din această zonă.

Studiul microscopic al unor eșantioane colectate din filonul Păltinești a pus în evidență o parageneză destul de variată în cadrul căreia s-au deosebit mineralele metalice și de gangă.

Mineralele metalice identificate macro și microscopic în eșantioanele studiate sunt reprezentate prin: pirită, pirotină, mispichel, calcopirită, blendă, galenă, aur nativ și tetraedrit. Mineralele de gangă identificate sunt cuartul și calcitul.

În unele porțiuni ale filonului textura mineralizației este masivă, dar predominant în general texturile imperfect paralele sau în special acelea de impregnație. În porțiunile cu textură masivă mineralele principale, reprezentate prin pirită și calcopirită, se prezintă ca mase compacte cu aspect granular. Acestea conțin la rândul lor cuiburi și vînișoare de dimensiuni variabile de alte minerale. Textura paralelă este întotdeauna imperfectă. În cadrul acesteia, benzile fine de diferite minerale nu pot fi delimitate net, ele reprezentând zone mai bogate într-un mineral, alternând cu zone mai bogate în alt mineral sau cu gangă.

Textura de impregnație, majoritară, caracterizează masa de cuartă a filonului, intens fisurată și mineralizată difuz cu pirită și mai rar cu aur nativ.

Pirita este mineralul cel mai răspândit în filon. Se prezintă sub forma unor cristale izolate, prinse în cuart sau în alte minerale, dar mai ales sub formă de agregate granulare, uneori constituind benzi compacte. S-au remarcat două generații de pirită net individualizate.

Pirita I reprezintă cea mai veche sulfură; apare sub formă de plaje sau cristale hipidimorf-allotriomorfe, asociate frecvent cu cuart, mispichel și calcopirită.

Pirita II este mai puțin abundantă și este caracterizată prin porozitate marcată ce indică procese de transformare în relația pirită-marcasită.

În general se dispune pe fisuri sau bordează minerale depuse anterior, cum ar fi : pirita I, calcopirita, blenda.

Pirotina, recunoscută macroscopic ca mici plaje sau cuiburi în asociație cu quartul, prezintă sub microscop unele aspecte specifice. Astfel, poate apărea înglobată de calcopirită, fiind depusă anterior acesteia. A mai fost observată sub formă de mici granule alungite cu dimensiuni cuprinse între 0,01 mm și 0,2 mm, prinse în calcit. Ele se dispun în șiruri fine, mai mult sau mai puțin paralele.

Marcasita a fost recunoscută sub microscop și se pare că a luat naștere prin marcasitizarea piritei. S-au remarcat și cantități reduse de marcasită primară sub forma unor mici cristale lamelare incluse de calcopirită.

Mispichelul este unul din mineralele metalice larg răspândite în filon, aparținând la două generații greu de deosebit macroscopic, din cauza strâns-sei asociații cu pirita. Sub microscop prezintă o ușoară schimbare de culoare, materializată printr-o nuanță gălbuiie ce-l apropie de pirită.

Mispichelul de primă generație se prezintă în plaje concrescute uneori cu pirita de prima generație. Cristalele și plajele de mispichel din această generație sunt destul de bine dezvoltate, având dimensiuni cuprinse între 0,1—0,4 mm.

Mispichelul II apare ca granule sau concentrări granulare de dimensiuni mici. Cristalele sunt perfect idiomorfe (pl. II, fig. 1 și 2) și se dispun deseori în șiruri cvasiparalele în ganga de quart (pl. II, fig. 3). În unele cazuri au fost observate filoane de dimensiuni milimetrice ce străbat quartul sau roca-gazdă.

Calcopirita este strîns asociată cu pirita și constituie cuiburi în quart sau chiar în roca-gazdă. Sub microscop au fost observate granule cu dimensiuni cuprinse între 0,001 și 0,8 mm. Local, mineralul se poate concentra ca granule ce pot atinge dimensiuni de 2—3 mm.

În majoritatea cazurilor calcopirita pătrunde în interstițiile cristalelor de quart sau în pirită pe care deseori o înglobează. Această observație stabilește momentul depunerii, după quart și pirită, în succesiunea cristalizării (pl. I, fig. 3). Adesea calcopirita se situează la marginea granulelor de pirită pe care uneori le corodează. În masa calcopiritei a fost observat și tetraedritul.

Blenda apare omogen răspândită în eșantioanele studiate ca mici granule (0,08—0,1 mm) incluse în calcopirită. Accidental formează benzi milimetrice. În unele zone din filon blenda apare sub formă de cuiburi în quart sau ca înșiruiră de granule. Conform analizelor chimice s-a stabilit că este vorba de o blendă feriferă cu conținut de bismut (varietate marmatit), având culoare neagră.

Galena apare total subordonată în raport cu celelalte minerale. Se prezintă ca granule izolate, având dimensiuni cuprinse între 0,08 și 1,0 mm. Sporadic a fost observată ca steluțe în calcopirită.

Aurul nativ a fost identificat exclusiv sub microscop, fiind pusă în evidență o serie de granule cu forme rotunjite sau alungite, ori cu contururi neregulate, neomogen distribuite. Sunt astfel porțiuni unde pe câțiva mili-



metri pătrați se grupează 3—4 granule de aur, în timp ce în alte zone granulele sănt izolate sau metalul prețios lipsește cu desăvîrșire.

Aurul a fost întlnit atât în ganga de cuart, cât și în calcopirită, la limita cu granulele de tetraedrit (pl. II, fig. 3 ; pl. III, fig. 1 și 2).

Tetraedritul a fost observat numai prin studiu microscopic, fiind cantonat exclusiv de granulele sau plajele de calcopirită. Formează uneori mici filonașe ce străbat mineralul-gazdă. Deoarece nu s-au observat cazuri în care tetraedritul să pătrundă în blendă sau în galenă, se poate conchide că locul său în succesiunea de cristalizare se placează după calcopirită.

Ganga filonului, aşa cum s-a arătat, este preponderent cuarțoasă. Alături de cuart, în cantități reduse, apare și calcitul. Cuarțul se prezintă ca mase compacte microgrăunoase, uneori concrescute cu mineralele metalice. Carbonatul, reprezentat prin calcit, este subordonat cantitativ cuarțului. Apare sub formă de cuburi compacte, asociate cu cuartul și sulfurile, îndeosebi cu pirotină, fapt care argumentează încă o dată caracterul epigenetic al asociatiei carbonat-pirotină întlnită în șisturile ce cantonează filonul Păltinești (pl. I, fig. 1,2).

Din studiul relațiilor existente între mineralele depuse în filon rezultă succesiunea lor de cristalizare. În acest fel, într-o primă fază are loc o importantă depunere a cuarțului în asociere cu ceva carbonat. Această depunere va continua treptat pe parcursul procesului de mineralizare și umplere a fracturii, deoarece cuartul formează marea majoritate a umpluturii filonului.

Dintre mineralele metalice, pirita se pare că a fost prima care s-a depus, urmată, în ordine, de pirotină, marcasită și mispichel de primă generație.

Ulterior, prin antrenarea altor ioni, în afara celor de sulf și fier, se depune blenda, urmată de calcopirită.

Rolul conducător al cuprului în soluții a putut fi pentru scurt timp preluat de către plumb, faptul fiind argumentat de prezența cuburilor izolate de galenă.

În faza terminală a procesului de depunere au avut loc pulsări ale unor fluide care s-au insinuat pe fracturile și fisurile materialului depus inițial și au precipitat pirita, calcopirita de a doua generație, precum și o nouă generație de mispichel în cristale idiomorfe.

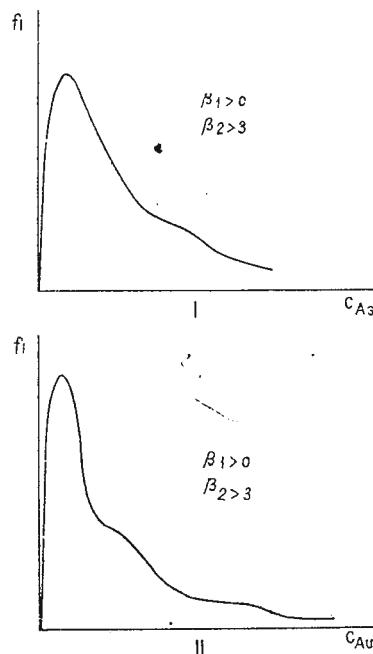
În ceea ce privește aurul, considerăm că metalul prețios a existat în soluțiile mineralizatoare, în concentrații relativ constante pe întregul parcurs al procesului de depunere, precipitarea fiind cauzată de condițiile locale de concentrație și de pH-ul soluțiilor. De altfel, la nivelul cercetat nu s-au întlnit situații care să justifice concluzia unei depunerii preferențiale a aurului în raport cu rocile-gazdă sau cu elementele din filon. El se asociază cu sulfurile, dar a fost întlnit și izolat în cuart. Presupunem astfel că în timpul depunerii mineralelor metalice concentrația în aur a soluțiilor a putut atinge ritmic valori care să favorizeze precipitarea, astfel încit aspectul actual al concentrării în filon este relativ omogen. Cu toate acestea, microscopul a pus în evidență o oarecare preferință a aurului pentru

calcopirită. Ca un caz particular, el a fost întînțit deseori la limita tetraedrit-calcopirită.

Date geochemice. Caracterizarea geochemicală a mineralizației din filonul Păltineț a fost efectuată pe baza datelor analizelor chimice pe care le-am avut la dispoziție. Aceste analize au fost efectuate asupra unor probe colectate sistematic din filon și din rocile înconjurătoare. Au fost astfel analizate probe colectate prin metoda brazdelor transversale pe filon, din

Fig. 1. — Curbe de repartiție ale arsenului (I) și a aurului (II). Conținuturile sunt grupate în clase egale. C, unități de conținut; β_1 , coeficient de asimetrie; β_2 , coeficient de boltire; fl, frecvențe relative.

Courbes de répartition de l'arsenic (I) et de l'or (II). Les teneurs sont rangées en classes égales. C, unités de teneur; β_1 , coefficient d'assymétrie; β_2 , coefficient de voussure; fl, fréquences relatives.



culcușul și acoperișul acestuia, precum și din pereții galeriei, transversal pe șisturile cristaline, mineralizate difuz și stratiform cu pirotină. Toate datele analitice au fost prelucrate prin metode statistică-matematice.

Am urmărit astfel, pe de o parte, stabilirea gradului de corelație prin raportul aur/arsen în cadrul filonului, iar pe de altă parte, modul distribuției aurului, direcțional și transversal pe filon. Pentru realizarea obiectivelor ce ni le-am propus, au fost construite curbele de repartition ale aurului și arsenului în filonul Păltineț, precum și curbele de tendință pentru redarea variației participării aurului și arsenului în lungul filonului.

Calculul parametrilor statistici pentru selecțiile conținuturilor în aur, respectiv în arsen, s-a făcut prin gruparea în clase de conținuturi, folosindu-se intervale de clasă egale și intervale de clasă logaritmice, lungimea intervalelor alegindu-se în conformitate cu formula Sturge (citată de Tiron, 1976). Gruparea în clase logaritmice apare necesară datorită, pe de o parte, abaterii de la distribuția normală a celor două selecții (în figura 1 se observă o accentuată asimetrie a curbelor de repartition care

poate fi estimată și cantitativ prin coeficientul de asimetrie $\beta_1 > 0$ și coeficientul de boltire $\beta_2 > 3$, și, pe de altă parte, faptului că testul χ^2 ne-a indicat modul unei distribuții lognormale a elementelor în filon.

Analiza curbelor de repartiție obținute prin folosirea unor intervale de clasă logaritmice (fig. 2) relevă caracterul bimodal al acestora atât pentru aur, cât și pentru arsen. Acest aspect persistă chiar dacă se variază lungimile intervalelor de clasă considerate sau dacă se încearcă o ajustare

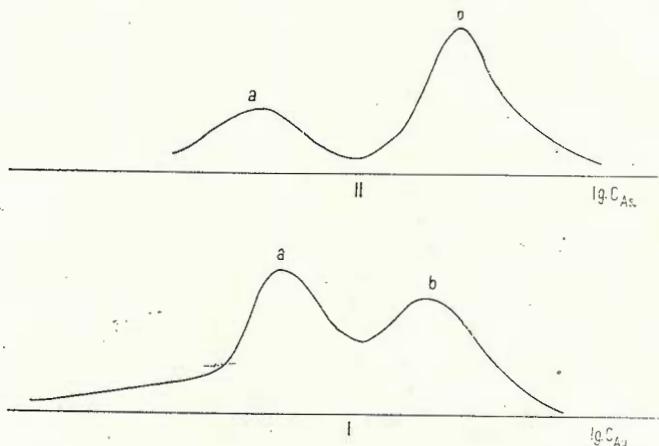


Fig. 2. — Curbe de repartiție ale aurului (I) și ale arsenui (II) în filonul Păltinești (conținuturile grupate în clase logaritmice). C, unități de conținut.

Courbes de répartition de l'or (I) et de l'arsenic (II) dans le filon Păltinești (les teneurs groupées en classes logarithmiques). C, unités de teneur.

ale frecvențelor obținute prin metoda mediilor mobile (recomandată de Zorilescu, 1972).

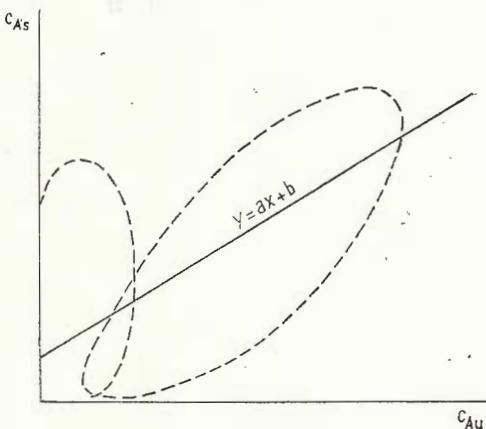
Concordanța repartiției bimodale obținute cu realitatea a fost verificată calitativ și prin testarea omogenității distribuției aurului și arsenui în filon cu ajutorul norului de corelație. Acesta a fost realizat prin reprezentarea grafică a perechilor de valori „conținut în Au” și „conținut în As” ale fiecarei probe analizate, într-o diagramă având drept coordinate aceste variabile (fig. 3). În această diagramă se observă concentrarea punctelor reprezentative în două cîmpuri ce pot fi circumscrise de către o elipsă. În această situație, dreapta de regresie calculată (fig. 3) realizează o mediere artificială a punctelor norului de corelație, corelația Au/As neurmînd această lege. Acest fapt este reflectat și de valoarea scăzută a coeficientului empiric de corelație între cele două variabile aleatoare, $r = 0,44$.

Observațiile prezentate mai sus verifică datele studiilor mineralogice efectuate asupra filonului Păltinești, în sensul că neomogenitatea distribuției elementelor metalice a fost sesizată încă din faza cercetărilor macro și microscopice.



Se pare astfel că neomogenitatea conținuturilor în arsen din filon ar putea fi generată de existența a două generații de mispichel. În acest sens, mispichelul de generația I fiind predominant cantitativ asupra mispichelului de generația a II-a, am putea aprecia că el urmează o lege de repartiție apropiată de cea a curbei b (fig. 2. II), situată în zona conținuturilor mari. Pe această curbă se constată frecvențe de apariție mult mai

Fig. 3. — Dreapta de regresie și norul de corelație în relația aur-arsen.
 C , unități de conținut; a și b , coeficienții dreptei de regresie.
Droite de regression et nuée de corrélation dans la relation or-arsenic.
 C , unités de teneur; a et b , coefficients de la droite de régression.



ridicate decât în cazul curbei a , care s-ar corela cu distribuția mispichelului de a două generație.

Neomogenitatea statistică a distribuției conținuturilor în aur ar putea fi generată de mai mulți factori, și anume :

- existența aurului liber, dispersat în cuart, cu frecvențe de apariție mai ridicate ;
- prezența aurului liber în parageneză cu calcopirita și tetraedritul ;
- existența aurului submicroscopic, înglobat în rețelele piritei și mispichelului.

În această ordine de idei, estimăm că aurul existent în rețeaaua piritei și mispichelului, împreună cu o parte din aurul liber diseminat în ganga de cuart ar urma o repartiție asimilabilă curbei a (fig. 2.I), situată în zona conținuturilor mici, în timp ce aurul prezent în parageneză cu calcopirita și tetraedritul și o parte a aurului liber existent în cuart să respecte o lege de repartiție apropiată de curba b (fig. 2. I), situată în zona conținuturilor mai ridicate. Pe de altă parte, asemănarea calitativă dintre ramura b a curbei de repartiție a arsenului și ramura a a curbei de repartiție a aurului (fig. 2) semnifică, credem, că cel puțin o parte din aurul prezent în zona conținuturilor mici este înglobat în rețeaaua mispichelului.

Pentru studiul variației conținuturilor de aur de-a lungul filonului, dar și transversal pe acesta, în culcuș, acoperiș și în șisturile cristaline ce găzduiesc filonul s-a folosit analiza tendințelor de timp (H a r b a u g h și M e r i a m, 1972), care îndepărtează variațiile întimplătoare ale variabilei considerate, atunci cînd aceasta ia valori într-o succesiune ordonată (fig. 4).

Folosindu-se medii mobile de ordinul doi au fost construite astfel curbele de tendință pentru valorile ce le ia conținutul în aur în filon, în zonele culcuș și acoperiș, precum și în sisturile înconjurătoare.

Analiza curbelor construite (fig. 5) arată în mod semnificativ că ori de câte ori curba de tendință a conținutului de aur în filon înregistrează maxime și minime, acestea se regăsesc în zonele laterale considerate (culcuș, acoperiș, sisturile înconjurătoare), maximele reducîndu-se treptat în

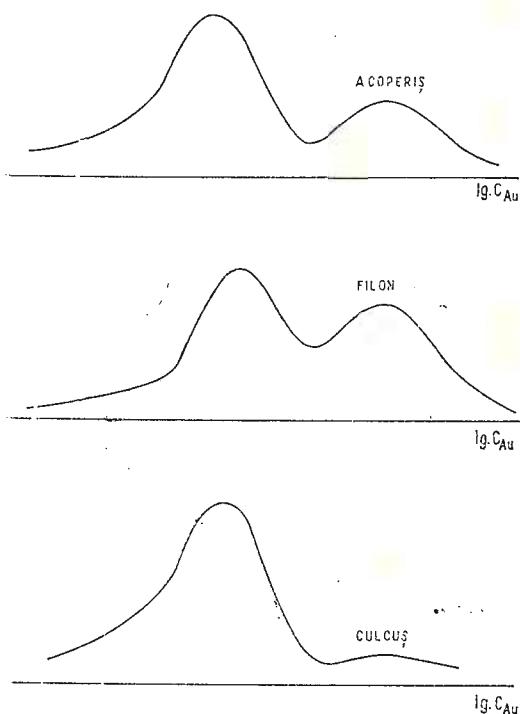


Fig. 4. — Curbe de repartiție ale aurului în filonul Păltinești.

C, unități de conținut.

Courbes de répartition de l'or dans le filon Păltinești.

C, unités de teneur; toit; filon; lit.

intensitate cu cît ne situăm pe un aliniament mai depărtat de filon. În aceeași figură, pentru filon a fost construită și curba de tendință a conținutului în arsen. Comparația acestei curbe cu cea construită pentru aur indică un „trend” general asemănător pentru cele două curbe, dar nu în toate cazurile maximele și minimele curbelor sunt asemenea, remarcîndu-se chiar și situații de discordanță. Acest fapt indică, după părerea noastră, modul destul de variat de ocurență a aurului în filon. Avem astfel în vedere atât prezența aurului liber asociat cu cuarțul sau sulfurile, cît și prezența aurului liber asociat cu cuarțul sau sulfurile, cît și prezența aurului înglobat în rețeaua piritei sau mispichelului. Este posibil, de asemenea, ca situația de perfectă concordanță a curbei arsenului cu cea a aurului să fie creată tocmai în locul unde soluțiile au depus atât mispichel, pirită etc., dar și aur liber.

Observind că și în cazul curbelor de repartiție construite pentru culeușul și acoperișul filonului, distribuția aurului păstrează caracterul bimodal, credem că mineralizațiile din zonele considerate se raportează genetic filonului.

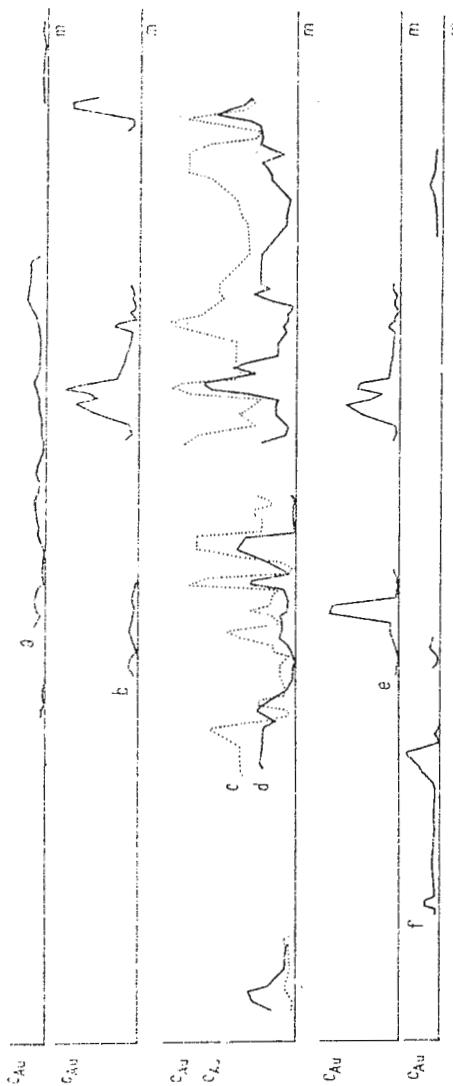


Fig. 5. — Curbele de tendință ale variației conținutelor în aur și arsen în filonul Păltineț,
a, aur în sisturile adiacente, acoperiș ; b, aur în zona acoperiș ; c, aur în filon ; d, arsen în filon ; e, aur
în zona culcaș ; f, aur în sisturile adiacente, culcuș ; C, unități de conținut.
Courbes de tendance de la variation des teneurs en or et arsenic dans le filon Păltineț.
a, or dans les schistes adjacents, toit ; b, or dans la zone du toit ; c, or dans les schistes adjacents, culcuș ; d, arsenic dans le
filon ; e, or dans la zone du lit ; f, or dans les schistes adjacents, lit ; C, unités de teneur.

În ceea ce privește conținutul în aur al sisturilor probate în pereții galeriei, la o oarecare distanță de filon, pe curbele de tendință ale acestora se înregistrează uneori maxime ce concordă perfect cu maximele culeu-

șului, acoperișului și filonului, dar de o intensitate mult mai mică. Acest fapt indică, de asemenea, o relație genetică între procesele ce au generat punerea în loc a mineralizației din filon și acelele ce au generat mineralizațiile de pirotină cu aspect stratiform. Această constatare derivă din studiul macro și microscopic al mineralizației.

Concluzii

În zona central-estică a masivului Iezer-Păpușa, în valea Dimboviței, apar filoane de cuarț cu sulfuri polimetalice, aurifere, parageneza mineralologică fiind formată din: cuarț, calcit, pirită, calcopirită, galenă, blendă, mispichel, aur nativ, tetraedrit și pirotină.

Sisturile clorito-sericitoase-albitice ce cantonează mineralizațiile filoniene aparțin seriei de Călușu, de vîrstă silurian-devoniană inferioară (Popovici, 1978). Filoanele se dezvoltă de-a lungul zonei axiale a sinclinalului Călușu, în flancul sud-estic al acestuia. În această zonă sisturile cristaline prezintă mineralizații stratiforme de sulfuri metalice, în special pirotină și pirită. Aceste mineralizații au caracter epigenetic și s-au format ca urmare a circulației fluidelor hidrotermale de-a lungul unei vaste rețele fisurale, în legătură cu principalele fracturi de acces. Se obțin în acest fel zone de piritizare, pirotinizare și carbonatare a sistemelor cristaline în vecinătatea căilor de acces, care în fazele ulterioare au putut găzdui punerea în loc a unor mineralizații filoniene de tip filonului Păltineț.

Parageneza mineralologică a filoanelor conține minerale ce precizează temperatura de depunere. Astfel, prezența pirotinei, mispichelului, blendei ferifere și tetraedritului indică procese hidrotermale de tip mezotermal cu trecere către hipotermal.

Prezența aurului a fost identificată atât prin studiul microscopic, dar și în analizele chimice. Acest mineral apare liber în cuarț și în calcopirită, dar se dovedește că el participă și în rețeaua unor minerale ca pirita, pirotina și mispichelul. Aceste concluzii se desprind și din analiza statistică-matematică a valorilor analizelor chimice efectuate.

Relația aur/arsen analizată statistic a fost exprimată prin curbe de repartiție care au un pronunțat caracter bimodal. Acest caracter completat prin testarea grafică a omogenității și calcularea coeficientului empiric de corelație ($r = 0,44$) relevă o dependență limitată a aurului de arsen, în fapt prezența aurului liber în filon, dar și participarea acestuia în rețeaua mispichelului sau piritei arsenifere.

Intensitatea de mineralizare a filonului este reflectată direct proporțional și de conținuturile zonelor din culcuș și acoperiș, dar și la o distanță mai mare, și anume în sisturile înconjurătoare. Acest fapt este bine redat de asemănarea curbelor de tendință construite pe baza conținuturilor în aur ale filonului, zonelor culcuș, acoperiș și ale sistemelor înconjurătoare.

Cu toate că mineralizațiile au o certă filiație magmatică, corporile generatoare nu aflorează. Aceste corpuri magmatische, presupunem de chimism acid, sunt situate în adâncime, în legătură cu aliniamente tectonice majore orientate după direcția catenei muntoase (NNE-SSV). Credeam



că aceste mineralizații aparțin aceleiași faze metalogenetice împreună cu mineralizațiile hidrotermale cunoscute în zona sudică a masivului Leaota. Această fază poate fi afiliată ciclului hercinic, deoarece calcarurile jurasice ale Pietrei Craiului, ce aflorează la est de valea Dîmboviței, nu sunt afectate de fenomenele metamorfismului hidrotermal.

BIBLIOGRAFIE

- H**arbaugh W. I., Merriam F. D. (1972) Aplicațiile calculatoarelor în geologie. Edit. teh. București.
- P**etrulian N. (1936) Les minéraux de cobalt de la Valea lui Neguleș (Bădenii-Ungureni). *An. Inst. Géol. Roum.*, XVII, 56–62, București.
- P**opovici I. L., Urcau T. (1976) Contribuții la studiul proceselor de alterație hidrotermală din masivul Iezer-Păpușa. *D. S. Inst. geol. geofiz.*, LXII (1974–1975), 253–261, București.
- P**opovici I. L. (1978) Contribuții la orizontarea litostratigrafică și stabilirea vîrstelor metamorfite din munții Iezer-Păpușa și Leaota. *D. S. Inst. geol. geofiz.*, LXIV/5 (1976–1977), 123–139, București.
- S**tefănescu Gr. (1883) Relațiune sumară de lucrările Biroului geologic în campania anului 1882. *An. Bir. Geol.*, I. București.
- T**iron M. (1976) Prelucrarea statistică și informațională a datelor de măsurare. Edit. teh., București.
- Z**orilescu D. (1972) Metode matematice de analiză și decizie în geologie și minerit. Edit. științifică, București.

ETUDE PRÉLIMINAIRE DES MINÉRALISATIONS HYDROTHERMALES DE LA ZONE CENTRAL-ORIENTALE DU MASSIF IEZER-PĂPUŞA

(Résumé)

Dans la zone central-orientale du massif Iezer-Păpușa, dans la vallée de la Dîmbovița, apparaissent des filons de quartz à sulfures polymétalliques, aurifères, la paragenèse minéralogique étant constituée de : quartz, calcite, pyrite, chalcopyrite, galène, blende, mispickel, or natif, tétraédrite et pyrrhotine.

Les schistes chlorito-sériciteux-albitiques qui renferment les minéralisations filonienues appartiennent à la série de Călușu, d'âge silurien-dévonien inférieur (Popovici, 1978). Les filous se développent le long de la zone axiale du synclinal Călușu, dans son flanc sud-est. Dans cette zone, les schistes cristallins présentent des minéralisations stratiformes de sulfures métalliques, surtout de la pyrrhotine et de la pyrite. Ces minéralisations trahissent un caractère épigénétique et se sont formées par suite de la circulation des fluides hydrothermaux le long d'un vaste réseau fissural, en liaison avec les principales fractures d'accès. On obtient ainsi des zones



de pyritisatia, pyrrhotinisation et de carbonatatie des schistes cristallins adjacents aux voies d'accès qui, dans les phases ultérieures, ont pu loger la mise en place des minéralisations filonienne du type du filon Păltinești.

La paragenèse minéralogique des filons comprend des minéraux qui offrent la solution du problème de la température de dépôt. Ainsi, la présence de la pyrrhotine, du mispickel, de la blende ferrifère et de la tétraédrite indique des processus hydrothermaux de type mésothermal à transitions vers hypothermal.

La présence de l'or a été mise en évidence tant par l'étude microscopique, ainsi que par les analyses chimiques. Ce minéral apparaît librement dans le quartz et la chalcopyrite, mais il a été prouvé qu'on le trouve également dans le réseau de certains minéraux, par exemple la pyrite, la pyrrhotine et le mispickel. Les mêmes conclusions sont à tirer de l'analyse statistique-mathématique des valeurs des analyses chimiques effectuées.

La relation or/arsène analysée au point de vue statistique a été exprimée par des courbes de répartition, qui ont un caractère bimodal accusé. Ce caractère, complété par des testes graphiques de l'homogénéité et par le calcul du coefficient empirique de corrélation ($r = 0,44$) révèle une dépendance limitée de l'or de l'arsène, en fait la présence de l'or libre dans le filon, mais aussi sa participation au réseau du mispickel ou de la pyrite arsénifère.

L'intensité de minéralisation du filon est reflétée de manière directement proportionnelle par les teneurs des zones „de toit” et „de lit” aussi, mais également à une distance plus grande dans les schistes avoisinés. Ce fait est bien souligné par la ressemblance des courbes de tendance dressées à partir des teneurs en or du filon, des zones „de lit”, „de toit” et des schistes avoisinants.

Bien que les minéralisations aient une certe filiation magmatique, de chimie acide on le suppose, les plutons génératrices n'affleurent guère, du fait de leur localisation en profondeur, en liaison avec les alignements tectoniques majeurs orientés d'après la direction de la catène montane (NNE—SSO).

A notre avis, ces minéralisations appartiennent à la même phase métallogénique, ensemble avec les minéralisations hydrothermales connues dans la zone méridionale du massif Leaota. On peut affirmer cette phase au cycle hereynien, du fait que les calcaires jurassiques de Pietră Craiului, affleurant à l'est de la vallée de la Dimbovița, ne sont guère affectés par les phénomènes du métamorphisme hydrothermal.

EXPLICATIA PLANSEelor

Planșa I

Fig. 1. — Sist carbonat cu pirotină.

1, pirotină ; 2, carbonați. N +, 70 ×.

Schiste carbonaté à pyrrhotine.

1, pyrrhotine ; 2, carbonates. N +, 70 ×.

Fig. 2. — Sist carbonat cu pirotină — detaliu.

1, pirotină ; 2, carbonați. N +, 100 ×.

Schiste carbonaté à pyrrhotine — détail.

1, pyrrhotine ; 2, carbonates. N +, 100 ×



Fig. 3. — Pirită invadată de calcopirită.

1, pirită ; 2, calcopirită. N //, 100 ×.

Pyrite envahie par de la chalcopyrite.

1, pyrite ; 2, chalcopyrite. N //, 100 ×.

Planșa II

Fig. 1. — Mispichel idiomorf traversat de carbonați.

1, mispickel ; 2, filonaș de carbonați. N +, 70 ×.

Mispickel idiomorphe traversé par des carbonates.

1, mispickel ; 2, filonnet de carbonates. N +, 70 ×.

Fig. 2. — Mispichel idiomorf concrescut cu carbonat.

1, mispickel ; 2, carbonat. N //, 70 ×.

Mispickel idiomorphe enchevêté avec du carbonate.

1, mispickel ; 2, carbonate. N //, 70 ×.

Fig. 3. — Mispichel în gangă de cuarț.

1, mispickel ; 2, cuarț. N //, 100 ×.

Mispickel en gangue de quartz.

1, mispickel ; 2, quartz. N //, 100 ×.

Planșa III

Fig. 1. — Aurnativ în tetraedrit.

1, aur ; 2, tetraedrit. N //, 100 ×.

Or natif en tétraédrite.

1, or ; 2, tétraédrite. N //, 100 ×.

Fig. 2. — Grăunți de aur localizați în calcopirită.

1, aur ; 2, calcopirită ; 3, tetraedrit. N //, 100 ×.

Grains d'or coincés en chalcopyrite.

1, or ; 2, chalcopyrite ; 3, tétraédrite. N //, 100 ×.

Fig. 3. — Idem fig. 2, detaliu.

1, aur ; 2, calcopirită ; 3, tetraedrit. N //, 250 ×.

Idem fig. 2, détail.

1, or ; 2, chalcopyrite ; 3, tétraédrite. N //, 250 ×.





Institutul Geologic al României

2. ZĂCĂMINTE

CONTROLUL LITOLOGIC AL MINERALIZAȚIILOR STRATIFORME DE TIP BLAZNA-GUȘET DIN MUNTII RODNEI, CARPATII ORIENTALI¹

DE
GHEORGHE UDUBAŞA²

*Stratiform mineralizations. Lithology control. Absolute age. Rebra Series. Carbonatic rocks.
Pb, Zn, pyrite. Ore-prognosis. Petrochemistry. Spectral analyses — ore. Rodna Mts.*

Abstract

Le contrôle lithologique des minéralisations stratiformes de type Blazna-Gușet dans les Monts de Rodna, Carpathes Orientales. La formation carbonatique de la série de Rebra renferme plusieurs niveaux de minéralisations plumb-zincifères pyriteuses (âge Pb/Pb : 610 M.A., Supercreanu, 1967; 800 M. A., Bercea et al., 1976). La composition du minéral est simple : pyrite, sphalérite (2,8 – 4,8% Fe), galène et sporadiquement chalcopyrite, pyrrhotine, magnétite, rutile, ilménite, mispickel, tétraédrite, barytine et cymrite ($BaAl_2Si_2O_8 \cdot H_2O$). Les roches encaissantes sont représentées par des calcaires et dolomies à minces intercalations de roches quartzitiques, micacé-amphiboliques et graphiteuses, métamorphisées au niveau du faciès des amphibolites à almandin, l'isograde „staurolite in”. Les données géochimiques mettent en évidence le caractère zinco-plombifère (à excès de pyrite) du minéral (Zn : Pb 80 : 20) et la relative pauvreté en éléments mineurs. Les valeurs $\delta^{34}S$ pour pyrite (+3,5) et sphalérite (2,4 et 10,1) sont pareilles aux valeurs des autres minéraux stratiformes et diffèrent de ceux du minéral hydrothermal du type Valea Vinului (pyrite + 6,9; sphalérite + 6,3), qui se superpose localement à la minéralisation stratiforme. L'application des diagrammes prévisionnels (Nicolini, 1970) a permis d'établir des „séquences positives”, favorables à l'apparition du minéral : roches carbonatiques calcitiques, à minces niveaux de roches quartzitiques, schisteux-micacées et graphiteuses, et „séquences négatives”, à minéralisations faibles ou absentes : roches carbonatiques magnésiennes ou roches micacées et amphiboliques, à fins niveaux de roches carbonatiques. De même que la présence constante du Ba (teneur moyenne en minéral 10³ ppm; n = 50) et Ti (teneur moyenne 311 ppm; n = 50) en roches et minéral, la séquence positive s'avère être un indicateur métallogénique important pour le type de minéralisations Blazna-Gușet, en définissant un métallotecte lithologique-géochimique à large applicabilité dans le Massif de Rodna.

¹ Lucrare predată la 13 V 1978, acceptată pentru publicare la 13 V 1978, comunicată în ședința din 2 VI 1978.

² Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.

Introducere

În formațiunea carbonatică a seriei de Rebra din Munții Rodnei se cunosc mai multe nivale de mineralizații plumbo-zincifere-piritoase, a căror dezvoltare coincide cu extinderea rocilor carbonatice. Mineralizațiile se dispun în complexul median al seriei de Rebra (Rb_2 , cf. K r à u t-n e r, 1976, B e r c i a et al., 1976); vîrsta izotopică Pb/Pb pentru galena din minereul din Valea Blaznei indică valori de 610 (S u p e r c e a n u, 1967) și 800 m.a. (B e r c i a et al., 1976). Nivelele de sulfuri au grosimi foarte variabile, iar mineralele metalifere sunt în general fin granulare. Compoziția mineralologică este relativ simplă, pirita, sfaleritul și galena fiind compoziții principali. Microscopic au mai fost identificate calcopirita, pirotină, magnetit și cu totul sporadic, arsenopirita și tetraedrit. În cantități mici apar minerale de titan (frecent rutil, sporadic ilmenit) și de bariu (în mod obișnuit baritină, cu totul local cymrit, $BaAl_2Si_2O_8 \cdot H_2O$, U d u b a ș a, 1972). Foarte rar se întâlnesc mici geode tapisate cu agregate globulare de marcasită, dispuse în planul șistozitatii calcarelor, sau zone lenticulare cu calcit recristalizat, masiv, cu granulație mare (pînă la 3 cm). Alături de vinișoare fine (uneori cu geode milimetrice) cu baritină în masa calcarelor și de brecii calcitice cu fragmente de minereu, localizate numai pe cîteva lamele din pachetul purtător de sulfuri, aceste aspecte sunt singurele dovezi ale unor procese epigenetice (mobilizări sin- sau postmetamorfice) care au afectat mineralizațiile, denumite singenetic-stratiforme (U d u b a ș a, 1972, 1974³) și argumentate ca fiind premetamorfe.

Rocile-gazdă

Nivelele de sulfuri sunt dispuse de regulă în masa rocilor carbonatice albe, cu intercalății variabile ca grosime (de la 1 mm pînă la 1 – 1,5 m) de micașisturi (uneori cu granați), cuarțite, cuarțite carbonatice cu sau fără muscovit, calcare dolomitice cenușii fin granulare, șisturi grafitoase, micașisturi amfibolice cu biotit și șisturi amfibolice. Toate aceste roci au o dezvoltare inconstantă pe orizontală, observîndu-se fie îngroșări lenticulare cu grosimi metrice, fie efilări pînă la dispariție completă.

Observațiile stratonomiche, precum și testările chimice (diagrame cu compoziții majori și minori) nu au dus la rezultate concluzante privind natura premetamorfă a rocilor amfibolice, observîndu-se totuși tendință de grupare a lor în cîmpurile caracteristice pararocilor, cu apport vulcanogen redus (U d u b a ș a et al., 1975⁴).

Rocile carbonatice sunt foarte variate ca aspect, cele mai frecvente fiind calcarele albe marmoreene, cu granulație mare. Varietățile fin granulare sunt fie cenușii și conțin local tremolit, fie alb-cenușii deschise, cînd se dovedesc a fi silicioase; în ultimul caz pot fi surprinse tranzitii spre cuarțite albe, de asemenea fin granulare. Observațiile microscopice și datele

³ Arh. I.G.G., București.

⁴ Arh. I.G.G., București.

chimice confirmă de altfel variația aproape continuă a SiO_2 de la calcare (\pm dolomitice) la roci cuarțitice (tab. 1).

În toate tipurile petrografice din secvențele cu sulfuri apare pirită fin granulară, însă benzile de sulfuri preferă calcarele albe, care au pe sistoziitate muscovit, cuarț sau grafit. De altfel, în masa calcarelor albe se întâlnesc uneori stratulete centimetrice de galenă asociată cu grafit (subordonat pirită și sfalerit), ce pot fi urmărite pe distanțe de ordinul 10 — 20 m (pl. I, fig. 1). În calcarele pure sau în cuarțitele masive, care formează uneori terminațiile laterale ale stratelor lenticulare de minereu, apare numai pirită, sub forma unor stratulete centimetrice sau ca șiraguri de granule fine. Cu totul local în asemenea roci apar benzii milimetrice de sfalerit cleiofanic, a căror extindere este însă limitată.

TABELUL 1

Analize chimice parțiale pe roci carbonatice și cuarțitice din zona zăcămintelor Valea Blaznei și Rodna-Valea Vinului

Nr. crt.	Nr. probei	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	P.C.
1	829	0,50	0,37	0,60	nd	31,36	20,16	nd	nd	46,50
2	1098	0,90	urme	0,20	nd	54,70	1,10	nd	nd	43,30
3	1657	1,16	1,20	0,77	nd	30,12	19,80	nd	nd	46,50
4	904	2,73	1,64	0,50	nd	32,27	17,50	nd	nd	44,84
5	2088	5,80	1,00	0,55	nd	51,00	2,20	nd	nd	39,50
6	2730	7,85	3,00	3,10	urme	25,65	18,75	0,30	0,35	41,15
7	2298	43,30	3,95	2,00	urme	17,00	12,50	0,30	0,18	20,40
8	2269	49,00	1,65	4,35	urme	22,00	1,95	0,30	0,23	21,00
9	2743	67,00	2,55	2,85	0,20	8,55	5,60	0,20	0,30	10,00
10	2728	80,00	7,85	3,00	0,65	1,55	1,65	0,60	2,55	1,65
11	2724	87,10	1,95	5,00	urme	0,95	2,00	0,20	0,07	2,05

Analisti : 1, 2, 5 — P. Bucșan, 3, 4 — C. Agriș, 6—11 — G. Apostolescu, IGP SMS. Denumirea rocilor și localizarea probelor: 1, calcar dolomitic alb, V. Vinului, oriz. 1; 2, calcar alb, V. Vinului, oriz. VI; 3, dolomit cenușiu fin granular, V. Vinului, oriz. V; 4, calcar dolomitic alb, V. Vinului, oriz. V; 5, calcar alb, V. Vinului, oriz. VI; 6, calcar cenușiu cu muscovit, oriz. 900 Blazna-Făget; 7, calcar cenușiu silicios, gal. 5 Blazna; 8, calcar alb microgranular silicios, gal. 5 Blazna; 9, cuarț alb calcaros cu muscovit, gal. 1100 Blazna; 10, cuarț micaceu, oriz. 900 Blazna-Făget; 11, cuarț cenușiu-negrilos rubanat, oriz. 1000 Blazna-Făget.

Rocile micacee și cuarțitice conțin uneori staurolit. Intregul complex median al seriei de Rebra, local retromorf (Valea Blaznei — Făget) este metamorfozat la nivelul faciesului amfibolitelor cu almandin (subfaciesul staurolit-almandin, B2—1, Winkler, 1967) și poate fi asimilat izogradului „staurolite in” (Kräutner, 1976).

Observații mineralogice și texturale

Concreșterile dintre sulfuri și silicati/carbonatați arată în general relații de echilibru, cu mobilizări metamorfice locale, ilustrate mai ales de apariția unor filonașe scurte de galenă pe fisuri perpendiculare pe sistozi-



tate, în masa cuarțitelor sau a lentilelor de cuarț formate prin diferențiere metamorfică (fig. 1).

Pirita protejază uneori creșterea lamelelor de muscovit perpendicular pe șistozitate ori concentrarea altor minerale mai „moi” în „umbrele de presiune”. Granulele mari de pirită constituie însă obstacole în calea creșterii metamorfe a unor silicati (pl. I, fig. 2). Asociată cu pirotină, pe seama căreia pare să se fi format via „Zwischenprodukt” (R a m d o h r,

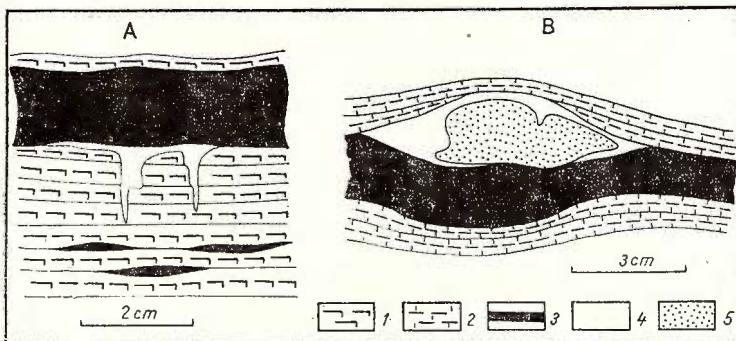


Fig. 1. — Galenă migrată pe fisuri transversale pe șistozitate, în cuarțite.
1, cuarțite ; 2, cuarțite calcaroase ; 3, minereu polimetalic (sfalerit, pirită, galenă) ;
4, galenă ; 5, cuart.

Galena migrated onto transversal fissures in quartzites.
1, quartzites ; 2, limy quartzites ; 3, sphalerite-, pyrite- and galena-bearing ore ;
4, galena ; 5, quartz.

1975), pirita mulează clivajele silicatiilor (pl. II, fig.1) sau îi înglobează (pl. II, fig. 2).

Sfaleritul este de regulă fin granular, de culoare deschisă (galben-brun sau galben pal) sau cu nuanțe roșcate (în apropierea niveelor de șisturi amfibolice). Conținutul în fier este relativ redus, este însă de remarcat valoarea destul de ridicată a concentrației cuprului (tab. 2). Absența sau sărăcia în corpusculi de calcopirită și faptul că analizele au fost efectuate punctual (cu microsonda electronică) impun admiterea ipotezei că structura sfaleritului permite prezența cuprului, și anume în spațiile sale octaedrice (M a n n i n g, 1966). Conținuturile relativ ridicate de cupru în sfalerit și din alte minereuri stratiforme (U d u b a ș a, 1972; U d u b a ș a et al., 1974) arată o anumită repetabilitate, putind deveni o caracteristică geo-chimică a lor. Această constatare poate da o explicație satisfăcătoare apariției unor incluziuni de calcopirită cu aspect de dezamestec în sfalerite nehidrotermale, prin recristalizare și expulzarea Fe și Cu din rețea și formarea calcopiritei fie la limita granulelor de sfalerit, fie în lungul planelor de maclare mecanică. Asemenea fenomene de „dezamestec prin recristalizare” (U d u b a ș a, 1972) au fost observate și în sfaleritul din minereul de la Valea Blaznei.

În sfalerit se întâlnesc deseori granule mici de rutil (pl. III, fig. 2); cristale de rutil maclate în genunchi de 1–2 cm au fost identificate și în lentile de cuarț din micașisturi cu granați, unde acest mineral este asociat cu pirotină și galenă (U d u b a ș a, 1974⁵). Asocierea rutilului cu minereuri stratiforme de sulfuri a mai fost de altfel semnalată (la Rammelsberg R a m d o h r, 1953; la Ramsbeck, U d u b a ș a, 1972; în minereurile din zona grauwackelor în Alpii Tirolezi, S c h u l z, 1971; în minereurile cuprifere din zona Musosha, Zair, C a i l t e u x, D i m a n c h e, 1973). În alte zăcăminte stratiforme se constată însă o descreștere bruscă a TiO_2 la limita rocă-gazdă/minereu (S t a n t o n, 1972 b).

TABELUL 2

*Analize chimice pe sfalerit din minereul stratiform de tip Blazna**

Nr. crt.	Nr. probei	Localizare	Fe	Mn	Cd	Cu
1		Gal. 5 Blazna	3,78	0,01	0,06	0,16
2	2352**	Oriz. VI, V. Vinului	2,91	0,16	0,26	0,38
3	1308**	Oriz. VI, V. Vinului	4,84	0,28	0,33	0,17
4	**	Ramsbeck, R.F.G.	5,17	—	0,23	0,32

* Determinări cu microsonda electronică, (%)

** Din : U d u b a ș a et al. (1974)

Strate de minereu masiv, foarte fin granular, alcătuit în cea mai mare parte din sfalerit⁶ se întâlnesc relativ frecvent în zăcămîntul Valea Blaznei. Macroscopic minereul are aspect petrogen, cu ochiuri de cuarț pînă la 1 cm și granule de pirită de 0,5–1 mm, fapt care îi conferă o textură microporfiroblastică. Dimensiunile granulelor de sfalerit nu depășesc cîteva sute de microni; microscopic se constată, alături de sfalerit, galenă, pirită și cuarț, și prezența silicătilor de dimensiuni de asemenea reduse. Asemănarea cu așa-numitul „Dichterz” de la Ramsbeck (S c h e r p, 1958) este izbitoare, deși în acest din urmă caz mineralul dominant este galena. Formarea „minereului dens” (Dichterz) de la Ramsbeck a fost interpretată ca rezultînd prin mobilizarea diferențială a galenei din minereul stratiform pe plane de încălcare aproape orizontale, în zone în care acestea traversează roci argiloase cu minereu mai bogat în galenă (U d u b a ș a, 1972; A m s t u t z, U d u b a ș a, 1980). La Valea Blaznei este mai dificil de explicat apariția acestui tip de minereu prin fenomene de mobilizare (și recristalizare cu micșorarea dimensiunilor); prezența sa preponderentă în partea axială a unor cîte metrice culcate (fig. 2), cu vergență sud-vestică, pentru care am admis posibilitatea de a reprezenta cîte de alunecare intraformațională (U d u b a ș a, 1974⁷), ar putea da o explicație plauzibilă particularităților acestui tip de minereu. „Mîlul cu minereu”

⁵ Op. cit. 3

⁶ Denumită „blenda pastă” de V. C o n s t a n t i n i u c (1973), I.P.E.G., Cluj.

⁷ Op. cit. 3.



în curs de consolidare a fost supus, în zona centrală a unor astfel de cufe, unei compresiuni avansate, iar amestecul intim cu minerale argiloase a impiedicat creșterea metamorfă a granulației sfaleritului. Natura tectonică a unei astfel de cufe de curgere intraformatiională poate fi de asemenea luată în considerație, ar fi însă mai greu de explicat localizarea minereului și discordanța de mișcare în raport cu stilul tectonic regional, caracterizat prin vergențe nord-estice (K r à u t n e r, 1968).

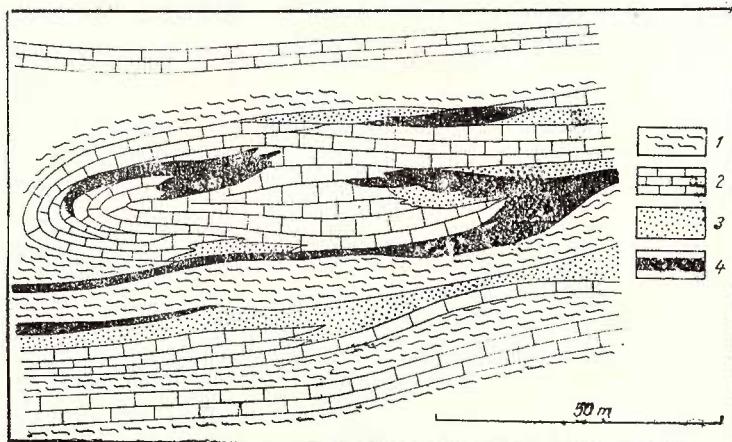


Fig. 2. — Cută culcată, intraformatiională, conturată cu foraje și lucrări miniere.
(după V. S er d e a n, IPEG Cluj, simplificată).

1, micașisturi ; 2, calcare ; 3, cuarțite ; 4, minereu fin granular bogat în sfalerit.

Nearly horizontal intraformational fold, as identified by drillings and mining works (according to V. S er d e a n, IPEG Cluj, simplified).

1, micaschists ; 2, limestones ; 3, quartzites ; 4, fine grained ore rich in sphalerite.

Calcopirită apare rar, în special ca produs de „dezamestec prin recristalizare” în sfalerit ; galena, de regulă fin granulară și greu de obseruat macroscopic, formează concentrații vizibile mai ales în structurile de mobilizare metamorfică (fig. 1). Deși sporadic, magnetitul este de menționat datorită modului particular de prezentare, sub formă de chenare la periferia granulelor sau agregatelor de sfalerit (pl. III, fig. 1).

În afară de participarea frecventă ca mineral accesoriu în roci, în special în șisturile amfibolice, ilmenitul a mai fost observat sub formă de lamele curbate într-un cub de clorit masiv la limita șist amfibolic/calcar. Ca și rutilul larg dezvoltat în cuartul metamorf, menționat mai sus, ilmenitul a luat naștere prin concentrarea locală a titanului printr-un mecanism similar celui de formare a filoanelor de tip alpin.

Baritina se întâlnește relativ frecvent, dar în cantitate redusă, de regulă sub forma unor granule izolate (pl. IV, fig. 1), mai rar pe fisuri fine în masa rocilor cuarțitice-calcaroase (fig. 3). Caracteristică pentru minereul

din Valea Blaznei este prezența cymritului, $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$, un silicat de bariu rar, care face obiectul unei lucrări separate.

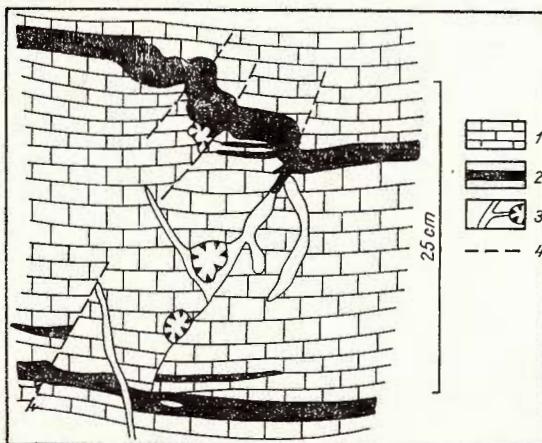
Texturile rubanate și șistoase sunt predominante în minereul de tip Blazna-Gușet. Benzile de minereu alternează cu benzi de roci cu compoziție variată, cele mai frecvente fiind calcarele albe și cuarțitele micacee (pl. IV, fig. 2). La scară mesoscopică, aceste benzi își păstrează grosimea și compoziția pe distanțe de ordinul metrilor, iar la scara zăcământului

Fig. 3. — Filonașe și geode cu baritină, în calcare cu benzi de minereu dispuse în trepte din cauză unor fisuri oblice.

1, calcare; 2, minereu masiv; 3, filonașe și geode cu baritină; 4, fisuri închise.

Veinlets and small caves with barite, in limestones with ore beds disposed in steps due to some oblique fissures.

1, limestones; 2, massive ore; 3, veinlets and small caves with barite; 4, joints.



se constată dezvoltarea lentilelor aplatizate de minereu pe sute de metri, cu tranziții gradate spre roci slab mineralizate în special cu pirită, reprezentate de regulă prin cuarțite negre grafitoase sau calcare dolomitice cenușii. Cutile sau microcutele afectează în egală măsură rocile și minereul interstratificat (pl. V, fig. 1 și 2). Falii, care coboără în trepte, spre sud, succesiunea purtătoare de sulfuri⁸, sunt complet sterile, ca și fisurile-falii vizibile la scara peretelui de galerie (pl. V, fig. 3).

Date geochimice

Proiecția unor date analitice din arhiva I.P.E.G. Cluj în diagrama ternară Cu-Pb-Zn (fig. 4) confirmă caracterul zinco-plumbifer al minereului (pirita fiind considerată „în exces”). O anumită legătură între litologia rocilor-gazdă și chimismul minereului poate fi întrevăzută prin comparația diagramei Cu-Pb-Zn cu diagrama ternară $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{alk} - \text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO}$ (acești compoziții au fost astfel selecționate încât să reprezinte în linii mari chimismul unor roci șistoase, inițial argiloase, cuarțitice, respectiv carbonatice). La nivelul mineralizațiilor stratiforme se poate remarcă în general că minereurile localizate în roci carbonatice au de regulă caracter zinco-plumbifer, în cele argiloase șistoase (micacee) constatăndu-se

⁸ A. Cobârzan et al. (1970–1974). Arh. I.P.E.G. Cluj.

o evidentă îmbogățire în cupru, pirita fiind „în exces” în majoritatea cazurilor.

Minereul de tip Blazna-Gușet este relativ sărac în elemente minore (tab. 3), mai ales dacă se compară cu spectrul geochemical al sulfurilor din minereul hidrometasomatic de la Valea Vinului (Udubășa, Lazăr, 1968; Giuşcă, Volașch, 1971). De remarcat valoarea subunitară a raportului Co : Ni, abundența Ba (și Ti), relativă abundență a Cd și As și

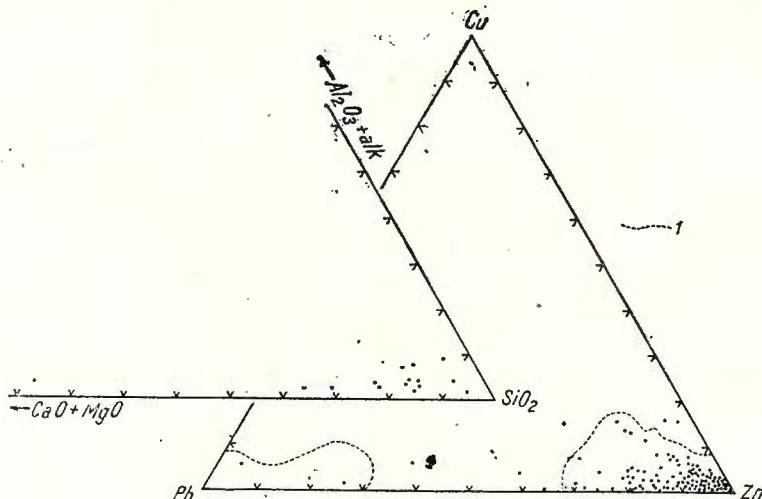


Fig. 4. — A. Diagrama ternară $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{alk}/\text{SiO}_2/\text{CaO} + \text{MgO}$ pentru rocile calcaroase și cuarțitice (proiecția datelor analitice din tabelul 1 și a celor prezentate de V. Constantiniuc, 1973)

B. Diagrama ternară Cu-Pb-Zn (% atomice) pentru minereul din Valea Blaznei. 1, minereuri din 114 zăcăminte stratiforme localizate în calcare (Sangster, 1968, cf. Geldsetzer, 1971).

A. Ternary diagram $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{alk}/\text{SiO}_2/\text{CaO} + \text{MgO}$ for the limy and quartzitic rocks (plot of the analytical data in Table 1 and of those presented by V. Constantiniuc, 1973).

B. Ternary diagram Cu-Pb-Zn (atomic percent) for the Blazna Valley ore. 1, ores from 114 stratiform deposits located in carbonatic rocks (according to Sangster, 1968, from Geldsetzer, 1971).

valorile foarte mici pentru Cu, Ag, Ga, Sb și Bi. Conținuturi ridicate de cadmiu sunt deosebit caracteristice zăcămintelor polimetale stratiforme din Alpi, localizate în roci carbonatice triasice (Maucher, Schneide, 1967).

Citeva determinări ale izotopilor sulfului (tab. 4) arată raporturi izotopice $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ comparabile cu cele obținute pentru minereuri din zăcăminte stratiforme de tip similar (Buschendorff et al., 1963; Stanton, Rafter, 1966) și diferențiază minereul singenetic-stratiform de tip Blazna-Gușet de cel hidrometasomatic de la Valea Vinului.

TABELUL 3

Analize spectrale pe probe de minereu de tip Blazna-Gușet (ppm)

138736

Nr. crt.	Nr. probiei	Minereu piritos													
		Cu	Ag	Cd	Ga	Ge	As	Sb	Ti*	Mn	Co	Ni	Ba	Sr	Bi
1	2243	5	5	100	5	10	100	sld	10	10	20	50	0	2000	sld
2	2262	u	sld	sld	sld	sld	700	sld	sld	50	10	10	p	1500	sld
3	2726	5	3	50	5	5	300	sld	10	sld	20	20	7000	600	sld
4	2671	700	5	50	5	u	sld	sld	10	500	40	60	700	200	sld
Minereu bogat în sfalerit															
5	2705	7	60	700	5	10	700	sld	sld	50	sld	20	p	2000	sld
6	2211	5	6	3000	5	sld	100	sld	sld	10	sld	sld	1000	180	20
7	2703	5	2	70	sld	5	300	sld	sld	100	50	10	3000	550	sld
8	2702	8	5	50	5	80	500	sld	sld	10	50	300	p	3000	sld
9	2776	50	5	400	7	70	5000	sld	sld	20	sld	60	p	1000	sld
10	2655	7	1	5000	sld	u	5000	sld	sld	100	sld	sld	800	30	50
11	2615	5	50	2000	u	5	100	60	10	50	sld	sld	p	400	30
Minereu bogat în galenă															
12	2278	5	100	1000	5	15	600	50	sld	sld	sld	sld	p	3000	sld
13	2258	10	300	500	5	10	500	50	sld	sld	sld	30	p	3000	sld
14	2672	5	300	1000	5	10	100	500	sld	100	sld	10	700	500	10
15	2617	5	50	400	5	sld	sld	50	sld	800	sld	10	7000	400	sld

Analist: O. Scripăt, I.G.P.S.M.S., București.

* Analize spectrale executate cu etaloane adecvate (analist: Alla Zamircă, I.G.G., București) dovedesc prezența constantă a titanului în minereu, cu valori medii de 347 ppm în zona Blazna și de 237 ppm în zona Gușet.

u — urme, sld — sub limita de detecție, p — prezent în cantitate peste 1%. Hg, Zr, In, Tl Sn, V și Mo — sub limita de detecție în toate probele.

Localizarea probelor: 1, gal. 5 Blazna; 2, gal. 5 Blazna; 3, oriz. 900 Blazna-Făget; 4, oriz. VI Valea Vinului; 5, oriz. 1274 Blazna; 6, gal. 5 Blazna; 7, pl. incl. 1286 Blazna; 8, pl. incl. 1286 Blazna; 9, oriz. 1302 Blazna; 10, oriz. VII Valea Vinului; 11, gal. 2 Rebra-Gușet; 12, gal. 5 Blazna; 13, gal. 5 Blazna; 14, oriz. VI Valea Vinului; 15, gal. 2 Rebra-Gușet.

TABELUL 4

Raporturile izotopilor sulfului ($\delta^{34}\text{S}$) în minerale din minereul de tip Blazna-Gușet și în cel de la Valea Vinului

Nr. crt.	Nr. probiei	Mineralul dominant	$\delta^{34}\text{S}$	Minerale asociate	Localizare
1	2277	pirită	3,5	cuarț	gal. 5 Blazna
2	2163	sfalerit	2,4	galenă, pirită	gal. 5 Blazna
3	2352a	sfalerit	10,1	galenă, pirită	oriz. VI Valea Vinului
4	503	pirită	6,9	monominerală	oriz. V Valea Viului
5	2352	sfalerit	6,3	galenă, pirită	oriz. VI Valea Vinului
6	2159	sfalerit	6,5	pirită, calcopirită	oriz. I Valea Vinului

Analist: Dr. H. Nielsen, Institutul de geo chimie al Universității Göttingen, R.F.G. 1, 2, 3, minereu singenetic-stratiform; 4, 5, 6, minereu hidrotermal.



Institutul Geologic al României

Remarcabilă este constanța raportului izotopic în cazul minereului hidrometasomatic, precum și diferența apreciabilă între $\delta^{34}\text{S}$ din sfaleritul hidrotermal (proba 2352, marmatit cu 11,36% Fe) și cel singenetic-stratiform (proba 2352^a, cleiofan cu 2,86% Fe); probele sunt colectate dintr-o zonă de evidentă suprapunere spațială a minereului hidrometasomatic peste cel singenetic-stratiform, diferențierea geochemicală argumentând în mod convingător geneza deosebită a celor două tipuri de minereu. Interesantă este de asemenea, diferența mare între cele două probe de sfalerit din minereul de tip Blazna-Gușet (2163 și 2352^a), în care conținuturile de fier sunt apropiate (3,70, respectiv 2,86%), dar provin de la nivele stratigrafice deosebite. Variația raportului $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ în coloana stratigrafică a unor minereuri stratiforme (Stanion, 1972 a) este probabil răspunzătoare pentru variațiile semnalate în sfaleritul de la Valea Blaznei.

Legătura dintre litologie și localizarea minereului ; diagramele de previziune (Nicolini, 1970)

Examinarea amănunțită a secvențelor de roci purtătoare de minereu din zona Valea Blaznei-Făget și parțial din celelalte zone de dezvoltare a formațiunii carbonatice a permis stabilirea unei strânse legături între un anumit model al distribuției pe verticală a tipurilor litologice/petrografice și prezența minereului. Mineralizațiile preferă asocierea calcare albe cu roci cuarțitice, micacee sau grafitoase. O asemenea asociere este necesară, dar nu și suficientă pentru apariția minereului bogat. Dacă secvenței preponderent carbonatice i se asociază nivale subțiri de cuarțite, micașisturi sau șisturi grafitoase (denumită aici „secvență pozitivă”), iar rocile carbonatice sunt calcitice, prezența minereului este neîndoelnică (fig. 5a); dacă însă rocile carbonatice au caracter magnezian, minereul este de regulă sărac sau numai piritos (fig. 5b). „Secvențele negative” se caracterizează prin dominarea rocilor micacee masive sau cu intercalații subțiri de roci carbonatice, în care practic nu se întâlnesc mineralizații (fig. 5c). Asemenea diagrame complexe (diagrame de previziune, Nicolini, 1970) constituie astfel un indicator metalogenetic de prospecție, care se verifică în tot cuprinsul ariei de dezvoltare a formațiunii carbonatice a seriei de Rebra din munții Rodnei. Asociind unei astfel de relații litologie/mineralizare unele date geochemicice care privesc prezența constantă a Ba și Ti în roci sau minereu, se conturează existența unui metalotect litologic-geochemical cu valoare practică și științifică incontestabilă. Importanța practică rezidă în posibilitatea aplicării sale rapide în lucrările de prospecție și explorare; evidențierea unor astfel de interdependențe poate contribui la reconstituirea condițiilor initiale de acumulare a sulfurilor în medii carbonatice.

Prezența „impuritațiilor” în masa calcarelor purtătoare de minereu pare deosebit să fie comună mineralizațiilor stratiforme din roci carbonatice (Maucher, Schneider, 1967; Strucă, 1974).



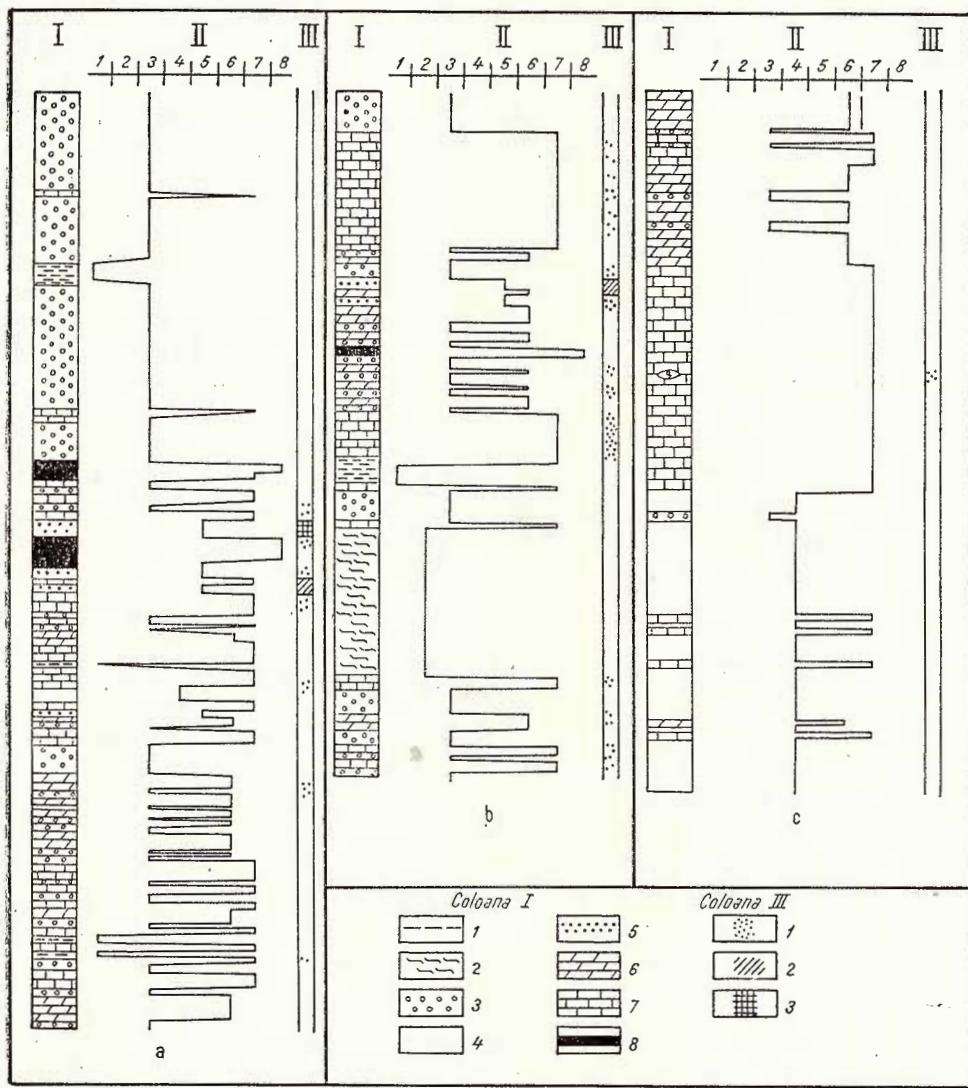


Fig. 5. — Diagrame de previziune compuse din coloane litologice (I), curbe de previziune (II) și localizarea minereului (III) pentru trei sonde de suprafață din zona Valea Blaznei : a, zona centrală a zăcământului ; b și c, zone marginale.

Coloana I : 1, șisturi amfibolice ; 2, micașisturi amfibolice ; 3, micașisturi \pm granați ; 4, micașisturi cuarțitice ; 5, cuarțite ; 6, calcare dolomitice \pm tremolit ; 7, calcare albe ; 8, șisturi grafitoase.

Coloana II : Numerele de deasupra au aceeași semnificație ca la coloana I.

Coloana III : 1, „impregnații“ slabă; 2, benzi răzlețe de minereu ; 3, minereu masiv.

Prevision diagrams made up of lithologic columns (I), prevision curves (II) and the ore location (III) for three surface drillings in the Blazna Valley area : a, the central zone of the deposit; b and c, marginal zones.

Column I : 1, amphybolitic schists ; 2, amphybole-bearing micaschists ; 3, micaschists \pm garnets ; 4, quartzitic micaschists ; 5, quartzites ; 6, dolomitic limestones \pm tremolite ; 7, white limestones ; 8, graphite schists.

Column II : The numbers have the same significance as at the column I.

Column III : 1, isolated grains of ore minerals ; 2, isolated ore beds ; 3, massive ore.

Caracterizarea acestor mineralizații drept „singenetice-stratiforme” (Udubașa, 1974⁹), în contextul absenței unor elemente clare care să definească nivelele de șisturi amfibolice ca metavulcanite indubitatibile, este probabil mai adekvată decât termenul de „vulcanogen-sedimentar”, care definește de fapt doar un subtip al grupului mare de zăcăminte stratiforme.

Termenul „singenetic-stratiform” subliniază momentul comun de formare a mineralizațiilor și rocilor-gazdă, dezvoltarea lor la anumite nivale stratigrafice și rolul subordonat, „îndepărtat” al factorilor vulcanogeni în realizarea edificiului mineralizat. Ambiguitatea aportului de me-

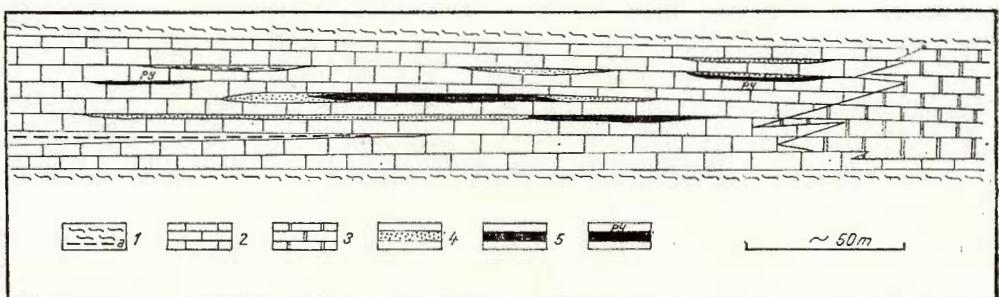


Fig. 6. — Schema de principiu a localizării mineralizațiilor stratiforme de tip Blazna-Gușet. 1, micașisturi și șisturi amfibolice ; 2, calcare albe ; 3, calcare dolomitice cenușii ; 4, cuarțite ; 5, minereu alcătuit din pirită, sfalerit și galenă ; 6, minereu piritos.

Generalized section through the Blazna-Gușet type of stratiform mineralizations showing the disposition of the ore in relation to the host rocks.

1, micaschists and amphibolitic schists ; 2, white limestones ; 3, gray dolomitic limestones ; 4, quartzites ; 5, ore consisting of pyrite, sphalerite and galena ; 6, pyritic ore.

tale face că aplicarea clasificării sin-endo sau sin-exo (Amstutz, 1959, 1968) la zăcămintele singenetice metamorfozate să fie mai greu de aplicat.

Relațiile de „antipatie” între rocile carbonatice magneziene și mineralizații nu trebuie privite ca relații de excludere, ci mai degrabă de distribuție oarecum interdependentă, exprimând o zonalitate inițială de depunere în bazinul de sedimentare. Întrucât se consideră că dolomitele sedimentare sunt rezultatul unei evaporații intense (C. W. Moore, 1971, citat de Casseda et al., 1973), favorabile concentrării compușilor metallici în zone adiacente (avind în vedere chiar un mecanism de concentrare de tip „sabkha”, Renfro, 1974), rocile dolomitice pot fi considerate ca un indicator metalogenetic indirect, „lateral”, utilizabil în cartările la scară regională. În acest sens trebuie înțeleasă schema de principiu din figura 6, care condensează elementele esențiale ale localizării mineralizațiilor zinco-plumbifere pirotoase de tip Blazna-Gușet din formațiunea carbonatică a seriei de Rebra.

⁹ Op.cit. 3.

BIBLIOGRAFIE

- A m s t u t z G. C. (1959) Syngenese und Epigenese in Petrographic und Lagerstättenkunde. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, 39, 1–84. Berna.
- (1963) Space, time, and symmetry in zoning. *Symp. Probl. postmagm. ore deposition*, I, 33–37. Praga.
 - U d u b a s a G. (1980) Base metal ore deposit at Ramsbeck : some sedimentary features and ore mobilization. *Mineral. Deposita* (sub tipar).
- B e r c i a I., K r ä u t n e r H., M u r e ș a n M. (1976) Pre-mesozoic Metamorphites of the East Carpathians. *An. Inst. geol. geofiz.*, L, 37–70. București.
- B u s c h e n d o r f F., N i e l s e n H., P u c h e l t H., R i c k e W. (1963) Schwefel-Isotopen – Untersuchungen am Pyrit-Sphalerit-Baryt-Lager Meggen/Lenne (Deutschland) und an verschiedenen Devon Evaporiten. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 27, 501–523.
- C a i l t e u x J., D i m a n e l e F. (1973) Examen des oxydes de fer et titane dans l'environnement du gisement de cuivre de Musoshi (Shaba, République du Zaïre). *Bull. soc. fr. min. crist.*, 96, 378–382. Paris.
- C a s s e d a n n e J. P. (1973) Paléogéographie et minéralisations de la zone Itacarambi – Vazante dans le Nord-Ouest de l'état de Minas Gerais – Brésil. *Mineral. Deposita*, 8, 101–114. Berlin.
- G e l d s e t z e r H. (1973) Syngenetic dolomitization and sulfide mineralization. In : G. C. A m s t u t z, A. J. B e r n a r d (ed.) Ores in sediments, IUGS Series A, nr. 3, 115–127, Springer Berlin, Heidelberg, New York.
- G i u ș c ă D., V o l a n s c h i E r n e s t i n a (1971) Contribuții la studiul geochemical al blendelor și galenelor din zăcămintele polimetalice alpine din România. *Stud. cerc. geol. geofiz. geogr., seria geologie*, 16, 39–54, București.
- K r ä u t n e r H. G. (1968) Vederi noi asupra masivului cristalin al Rodnei. *Stud. cerc. geol. geofiz. geogr., seria geologie*, 13, 337–355. București.
- (1976) Geological Cross-Section through the Crystalline Zone of the East Carpathians (Rodna Mts and Northern Mts). IGCP Meeting Precambrian in Younger fold Belts, Ciampulung – Moldovenesc May 1976, *Guide to Excursions*. Inst. Geol. Geophys. Bucharest, 32p.
- M a n n i n g P. G. (1966) Cu (II) in the octahedral sites in sphalerite. *Canad. Miner.*, 8, 567–571.
- M a u c h e r, A., S c h n e i d e r H.-J. (1967) The alpine lead-zinc ores. *Econ. Geol. Monograph* 3, part II, 71–89. Lancaster.
- N i c o l i n i P. (1970) Gitologie des concentrations minérales stratiformes. Gauthier-Villars, 792p. Paris.
- R a m d o h r P. (1953) Mineralbestand, Strukturen und Genesis der Rammeisberg-Lagerstätte. *Geol. Jb.*, 67, 367–494. Hannover.
- (1975) Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen. Akademie Verlag, 1277p. Berlin.
- R e n f r e A. R. (1974) Genesis of Evaporite-Associated Stratiform Metalliferous Deposits – a Subkhia Process. *Econ. Geol.*, 69, 33–45. Lancaster.
- S c h e r p A. (1958) Die Dichterze der Blei-Zink-Erzlagerstätte Ramsbeck im Sauerland. *Z. Erzbergbau-Metallhüttenw. (Erzmetall)* XI, 600–607. Stuttgart.
- S c h u l z O. (1971) New results on the origin of paleozoic ore deposits from the example of the North Tyrolean Greywacke Zone. 2nd Symp. Intern. Min. Dep. of Alps, Abstracts, Bled-Iugoslavia 1971, 34–36. Bled.
- S t a n t o n R. L. (1972 a) Ore petrology. McGraw Hill, 713p. New York.



- (1972 b) A preliminary account of chemical relationships between sulfide lode and „banded iron formation“ at Broken Hill, New South Wales. *Econ. Geol.*, 67, 1128–1145. Lancaster.
- R a f t e r T. A. (1966) The isotopic constitution of sulphur in some stratiform lead-zinc ores. *Mineral. Deposita*, 1, 16–29, Berlin.
- Š t r u c l I. (1974) Die Entstehungsbedingungen der Karbonatgesteine und Blei-Zinkvererzungen in den Anisschichten von Topla. *Geologija — Razprave in Porocila*, 17, 299–397. Ljubljana.
- S u p e r c e a n u C. (1967) Metallogenetic Provinces of Rumänien. *Zt. f. angew. Geol.*, 13, 57–65. Berlin.
- U d u b a ş a G. (1972) Syngenese und Epigenese in metamorphen und nichtmetamorphen Pb-Zn-Erzlagerstätten, aufgezeigt an den Beispielen Blazna-Tal (Ostkarpaten, Rumänien) und Ramsbeck (Westfalen, BRD). Inaug. Diss. Univ. Heidelberg, 145p. Heidelberg.
- L a z á r C. (1968) Einige Bemerkungen über die Paragenesis der metasomatischen Polymetalllagerstätten. *Freiberger Forsch.-Hefte*, C 231, 57–70, Freiberg.
- M e d e s a n A., O t t e m a n n J. (1974) Über Geochemie und Einfluss von Fe, Mn, Cd und Cu auf die Gitterkonstante natürlicher Zinkblenden. *N. Jb. Miner. Abh.*, 121, 229–251. Stuttgart.
- W i n k l e r H.G.F. (1967) Die Genese der metamorphen Gesteine. Springer, 237 p., Berlin-Heidelberg-New York.

**LITHOLOGY CONTROLS OF ORE LOCALIZATION:
BLAZNA VALLEY STRATABOUND ORE DEPOSIT,
EASTERN CARPATHIANS**

(Summary)

The carbonatic formation of the Rebra metamorphic Series contains several Pb-Zn-pyritic ore horizons. The mineralizations belong to the middle complex of the Rebra Series (Rb_2 , acc. to K r ä u t n e r, 1976); the Pb/Pb age of the associated galena indicates 610 m.y. (S u p e r c e a n u, 1967) and 800 m.y. (B e r c i a et al., 1976). The Rb_2 complex exhibits the almandine amphibolitic facies and may be related to the “staurolite in” isograde (K r ä u t n e r, 1976).

The ore bed thickness is rather variable and the ore mineral grain size is as a rule small. Pyrite, sphalerite and galena are the main ore components. Microscopically some chalcopyrite, pyrrhotite, magnetite were observed as well as minor amounts of arsenopyrite and tetrahedrite. Quite typical seems to be the presence of the titanium-bearing (rutile, ilmenite) and the barium-bearing minerals (barite and the rare mineral cymrite, $BaAl_2Si_2O_8 \cdot H_2O$, U d u b a ş a, 1972).

The ore beds show to be preferentially enriched within the nearly pure, white limestones containing thin layers of micaschists, quartzites, lime-bearing quartzites with white mica, grey, fine grained dolomitic limestones, graphite-bearing schists as well as biotite-bearing amphibole micaschists and amphibolitic rocks. The microscopical and chemical data indicate a nearly complete transition from the carbonatic to the quartzitic rocks (Tab. I); the amphibole-bearing rocks cannot be accounted for true metavolcanics because of their inconstant strike development; in addition, they were also chemically checked (major and minor elements) indicating their belonging to sedimentary rocks with scarce or no volcanic contribution (U d u b a ş a, 1974, unpublished data).



The sulfide/nonmetallic minerals intergrowths generally show equilibrium relationships; locally developed remobilization features were observed only with typical galena participation (Fig. 1).

The pyrite grains are euhedral (Pl. I, Fig. 2) but — if associated with pyrrhotite, at the expense of which some pyrite seems to be formed — beautiful matrix textures appear (Pl. II, Figs. 1 and 2).

The sphalerite is iron-poor (2.8—5.8 wt. %, microprobe analyses), it becomes reddish and iron-rich if the ore beds are associated with amphibole-bearing rocks. Exsolution-like chalcopyrite blebs are scarcely developed and appear to be controlled by twinning planes, cleavages and grain boundaries. Microprobe analyses indicate rather high copper contents (0.16—0.38 wt. %), which may be a typical feature of the syngenetic-stratiform sphalerites. Postgenetic textural ordering of such Cu-rich sphalerite may lead to the so-called "recrystallization exsolutions" of chalcopyrite (U d u b a s a, 1972). Fine grained sphalerite beds occur sometimes in the axial part of some nearly horizontal folds (Fig. 2). The sphalerite matrix contains here rounded quartz aggregates as well as pyrite microporphyrablasts. This feature is very similar to the so-called „Dichterz” from Ramsbeck, Western Germany (S c h e r p, 1958), a galena-rich ore strongly mobilized onto nearly horizontal overthrust planes (U d u b a s a, 1972, A m s t u t z, U d u b a s a, in press).

It is worth mentioning the less common textural feature of the magnetite, which forms fine rims around the sphalerite aggregates.

Secondary geopetal features are to be observed around the barite grains (Pl. IV, Fig. 1); fine barite veinlets in quartzites were found too (Fig. 3). Very typical for the Blazna ore deposit is the appearance of the rare Ba-mineral, cymrite.

The Cu-Pb-Zn diagram (Fig. 4) characterizes the Blazna ore as Zn-Pb-bearing ($Zn:Pb = 80:20$) with exceeding pyrite. Generally speaking the stratiform ores in carbonatic environment are Pb-Zn-bearing, whereas the ores in shales (or mica bearing rocks) become copper rich.

The Blazna ore exhibits $\delta^{34}S$ -values similar to those of other stratiform ore deposits but somewhat different when compared with the hydrothermal ores from Rodna — Valea Vinului (Tab. 4); the latter consist of pyrite, pyrrhotite, iron-rich sphalerite (6—15 wt. % Fe), galena, chalcopyrite, arsenopyrite, bournonite, chalcopyrrhotite, mackinawite etc.

Further on, an attempt was made to apply the "diagrammes prévisionnelles" of Nicolini (1970) to the Blazna ores. One can distinguish "positive sequences" of rock lithologies, which always bear ore rich beds, i. e. calcitic limestones with thin layers of quartzites, micaschists, amphibole- and graphite-bearing rocks; in turn, the "negative sequences" — in which no ore or very poor ore beds (mostly pyritic) have been recognized — are characterized by Mg-rich limestones, mica- or amphibole-bearing rocks with thin beds of calcitic limestones (Fig. 5). The "positive sequences" contain, in addition, Ba (average Ba, 10³ ppm) and Ti (average Ti, 319 ppm) minerals. As a whole, these features represent a valuable lithologic-geochemical metal-lotect for the carbonatic formation in the Rodna Mountains.

The condensed diagram of Figure 6 suggests the main controlling factors of ore localization within the carbonatic formation of Blazna type. The development of the magnesia-rich limestones as lateral, synchronous rock equivalents of the ore-bearing strata — suggesting a strong evaporation rate — indicates that a sabkha metal concentration process in the apparition of the Blazna ore type cannot be excluded. It would, however, be very difficult to demonstrate that such a process was really operative in the Precambrian time.



INTREBĂRI

I. B e r b e l e a c : 1. În lucrare se aduce la cunoștință că secvența mineralizată cuprinde $\text{BaO} > 1-2\%$. În ce raporturi se află baritina față de mineralizație și rocile purtătoare de mineralizație?

2. În structurile stratificate ale mineralizației s-au remarcat microritmuri cu repetări de minerale asemănătoare sau deosebite?

Răspuns : 1. Conținuturile de bariu în probele analizate depășesc deseori 1 % și reflectă prezența constantă a baritinei și sporadică a cymritului. Ambele minerale apar atât strâns asociate mineralelor metalifere (cymritul preferind strătulețele de sfalerit), cit și în nivelele de roci cuarțitice intercalate benzilor de minereu.

2. Am arătat că texturile predominante în minereul de tip Blazna-Gușet sunt cele șistoase-rubanate. Datorită recristalizării postgenetice microritmurile care au existat probabil în masa minereului nu se mai pot recunoaște ca atare, observându-se doar numeroase benzi de minereu a căror compozиție se poate repeta de cîteva ori.

I o a n a G h e o r g h i t ă : Prezența corpusculilor de calcopirite în sfalerit poate fi explicată numai printr-o rearanjare a rețelei sfaleritului cu conținut inițial de cupru sau se poate presupune și existența unor soluții solide care au condus în final la sfalerite cu structuri dedezamestec, asemănătoare cu cele din zăcămintele hidrotermale?

Răspuns: Prezența calcopiritei sub formă de „dezamestecuri prin recristalizare” în sfalerit presupune desigur existența unei soluții solide care a luat naștere în primele momente ale metamorfismului progresiv prin efectul de omogenizare chimică a mineralelor, în acest caz prin incorporarea cuprului (prezent în minercul singenetic) în rețea cristalină a ZnS. Dealtfel, sfalerit relativ bogat în cupru este cunoscut și în alte minereuri stratiforme (Ramsbeck, R.F.G.; Brocken Hill, Australia). Structurile de dezamestec sunt însă limitate în astfel de cazuri, caracterizând procese de „dezamestec forțat”, în care apariția calcopiritei este controlată, în cea mai mare parte, de elementele de discontinuitate mecanică din granulele de sfalerit. În plus, sfaleritul din zăcămintele stratiforme este deseori subsaturat în fier și cupru, spre deosebire de cel hidrotermal în care structurile de dezamestec apar aproape exclusiv în sfalerit saturat (sau suprasaturat) în fier și cupru.

EXPLICAȚIA PLANSELOR

PLANSA I

Fig. 1. — Benzi de minereu, bogat în galenă, asociate nivelor grafitoase din calcare.
Gal. 1100 Blazna.

Galena-rich ore bed intimately associated with graphitic material in white limestone.
1100 Gal., Blazna.

Fig. 2. — Prismă (probabil de staurolit) despicate în timpul creșterii de un granul de pirită (alb).
Lumină reflectată, N //, $\times 300$.

Euhedral silicate (?) staurolite split during growth by a pyrite grain (white).
Reflected light, one Nicol, $\times 300$.



Planșa II

Fig. 1. — Pirită (alb), formată pe seama pirotinei (alb cenușiu), arată o falsă mobilitate, migrând pe clivajele silicaților. Lumină reflectată, N //, $\times 125$.

A false pattern of pyrite mobility. The pyrite (white) migrated onto the cleavages of the silicates but it is shown to be formed at the expense of the pyrrhotite (greyish white). Reflected light, one Nicol, $\times 125$.

Fig. 2. — Pirită (alb), asociată cu pirotină (cenușiu deschis), mulează și cimentează minerale nemetalifere, cuarț (în centru) și silicați (prismatici). Lumină reflectată, N / /, $\times 125$.

Iron sulphides (pyrite, white and pyrrhotite, light gray) as matrix of non-metallic minerals (quartz, in the central part of the photograph and prismatic silicates). Reflected light, one Nicol, $\times 125$.

Planșa III

Fig. 1. — Magnetit (cenușiu deschis) bordind agregatele de sfalerit (cenușiu închis). Negru : minerale nemetalifere. Lumină reflectată, imersie în ulei, N //, $\times 400$.

Magnetite (light gray) bordering the sphalerite aggregates (dark gray). Black : non-metallic minerals. Reflected light, oil immersion, one Nicol, $\times 400$.

Fig. 2. — Granule de rutil (alb) incluse în sfalerit (cenușiu deschis). Lumină reflectată N //, $\times 225$.

Rutile grains (white) included in sphalerite (light gray). Reflected light, one Nicol, $\times 225$.

Planșa IV

Fig. 1. — Graiul de baritină (în centru), schițind în masa carbonatică o textură geopetală secundară ; granulele sau benzile albe sunt alcătuite din pirită.

Barite grains (in the centre), outlining a secondary geopetal texture ; the white grains or beds contain pyrite.

Fig. 2. — Benzi paralele de pirită (negru) în calcare albe slab silicioase. Grosimea zonei cu benzi de pirită : 1 m. Oriz. 1000 Blazna-Făget.

Parallel pyrite beds (black) within slightly siliceous white limestones. The thickness of the zone with pyrite beds is 1 m. Horizon 1000 Blazna-Făget.

Planșa V

Fig. 1. — Microcute în calcare cu benzi de minereu. Filonașele din axa microcuturelor conțin preponderent galenă. Oriz. VI Valea Vinului.

Microfolds in limestones with ore beds. The small veins from the microfolds' axis contain prevailingly galena. Horizon VI Valea Vinului.

Fig. 2. — Microcute în calcare cu benzi concordante de minereu. Oriz. VI Valea Vinului.

Microfolds in limestones with concordant ore beds. Horizon VI Valea Vinului.

Fig. 3. — Fisuri-falii inchise (sterile) care afectează benzile stratiforme de sulfuri din calcare.

Gal. 1100 Blazna.

Sulfide beds in limestones cut by microfaults (nonmineralized). Gal. 1100 Blazna.



2. ZĂCĂMINTE

SINTEZA REZULTATELOR ANALIZEI STATISTICE A MINERALIZAȚIILOR STRATIFORME METAMORFOZATE DIN NIVELELE CU SULFURI BURLOAIA-GURA BĂII ȘI DEALUL BUCĂȚII, MUNTII MARAMUREȘULUI¹

DE

DAN ZINCENCO², PETRE ANDĂR³, ANCA ANDĂR³

Stratiform, volcanogen-sedimentary, metamorphosed mineralizations. Pyrite. Polymetallic sulfides. Absolute age. Cambrian. Mathematical statistics. Trend surface analysis. Normative composition. Geochemical distribution. Petrochemistry. Metallogenesis (stages). Maramureș Mts.

Abstract

The Synthesis of the Results of the Statistic Analysis on the Regionally Metamorphosed Stratiform Mineralizations from the Burloaia-Gura Băii and Dealul Bucății Sulphide Levels, the Maramureș Mountains. The study attempts a complex statistic analysis on some regionally metamorphosed stratiform ores of pyrite type with variable amounts of sphalerite, galena and chalcopyrite. The ore deposits are situated at two lithostratigraphic levels within the upper part of the "Tulgheș Series" from the Maramureș Mountains. The lower level, named "Dealul Bucății" (isotopic age 550 m.y.) consists of syn-epigenetic disseminated ores, considered as exhalative-sedimentary. The upper one, named "Burloaia-Gura Băii" (Pb-Pb isotopic age 495 m.y.) consists of an association of massive and disseminated ores of syngenetic hydrothermal type. Systematic dosings of S, Zn, Pb, Cu, Sn, Ag were used as samples for the statistic analysis. The geostatistic study was carried out by two models: a "sequential like" analysis and an analysis of the global tendencies of concentration on surface of the chemical elements. The two types of analysis indicated that the ores of the Burloaia-Gura Băii level are different from those of the Dealul Bucății one as regards both the global chemism and the concentration trend of the chemical elements upon stratigraphic sequences and field (surface) development. The main difference consists in the disjunctive concentration of the copper as compared to S, Zn, Pb and Ag.

¹ Predată la 28 XI 1977, acceptată pentru publicare la 15 X 1978, comunicată în ședință din 28 XI 1977.

² I.P.E.G. „Maramureș”, str. Victoriei nr. 156, Baia Mare.

³ Institutul de geologie și geofizică, str. Caransebeș nr. 1, București.



both in petrographic types of ores and on surface, found only at the mineralizations of the Burloaia-Gura Băii level. Such a concentration of the chemical elements is ascribed to the differentiation of the hydrothermal solutions in surface around a central source during their lateral migration.

I. CARACTERE GEOLOGICE GENERALE

Mineralizații stratiforme metamorfozate de sulfuri, în Munții Maramureșului, se cunosc doar în complexul superior al seriei de Tulgheș din pînza bucovinică (Zincenco et al., 1975)⁴. În cadrul acestui complex acumulările cele mai importante se situează în două nivele suprapuse litostratigrafic, și anume : nivelul Dealul Bucătii (inferior) și nivelul Burloaia-Gura Băii (superior). Concentrații sporadice de sulfuri au mai fost recunoscute și în alte poziții litostratigrafice, după cum se poate vedea din figura 1.

Cele două nivele principale cu sulfuri au extinderi regionale. Ele sunt interstratificate cu metavulcanite acide — de compoziție preponderent irodacitică — și cu roci metasedimentare slab diferențiate litofacial (imature). Acestea din urmă sint reprezentate prin sisturi cuart-muscovitice ± clorit, filite, sisturi cuarțitice (roci metapelitice-metapsamitice). Rocile carbonatice și cuarțitele sunt cu totul sporadice, avînd grosimi submetrice și dezvoltări foarte reduse în suprafață. În ansamblu, se poate accepta pentru complexul superior al seriei de Tulgheș din pînza bucovinică un caracter „eugeosinclinal” (Savu și Vasilescu, 1962).

Mineralizațiile și rocile în care sunt intercalate sunt metamorfozate regional, în faciesul sistemelor verzi (Savu și Vasilescu, 1962), de tip barrovian (Zincenco, 1971).

Structura plicativă a metamorfitelor este caracterizată de cufe largi — ridicarea axială de cca 200—300 m, la o distanță de 1000—1500 m între două cufe de același tip —, prezentind un caracter compus, datorat existenței pe flancurile cutelor majore a unor cufe de ordin inferior (cufe de antrenare), cu dimensiuni metrice, rar zeci de metri. Orientarea axială a structurilor plicative este aproximativ est-vest. Structura disjunctivă este dominată de două sisteme de falii. Raportat la direcția structurilor plicative, aceste sisteme prezintă : unul o poziție axială și al doilea o poziție transversală (tip „ac”). Ambele sisteme de falii produc discontinuități relativ reduse — metri la maximum 300—400 m — dezvoltate numai în plan vertical (fără decroșări orizontale).

La scară regională, datorită acestui stil structural nivelele cu sulfuri îmbracă o formă curbiplanară a cărei suprafață de infăsurare este aproximativ orizontală, marcată de discontinuitățiile pe verticală produse de falile a celor două sisteme amintite mai sus.

⁴ Arh. I.G.G., București.

⁵ Arh. I.P.E.G., „Maramureș”, Baia Mare.

Vîrstă de formare a mineralizațiilor, apreciată pe baza determinărilor izotopice prin metoda Pb/Pb, efectuate de către Popescu (1975)⁵ corespunde la : Cambrian inferior — cca 550 m.a. — pentru nivelul Dealul Bucătii și respectiv Cambrian superior-Ordovician inferior — cca 495 m.a. — pentru nivelul Burloaia-Gura Băii (fig. 1).

Parametrii geochimici ai izotopilor plumbului din aceste mineralizații sunt tipici pentru plumbul „primitiv”, cu evoluție monostadială,

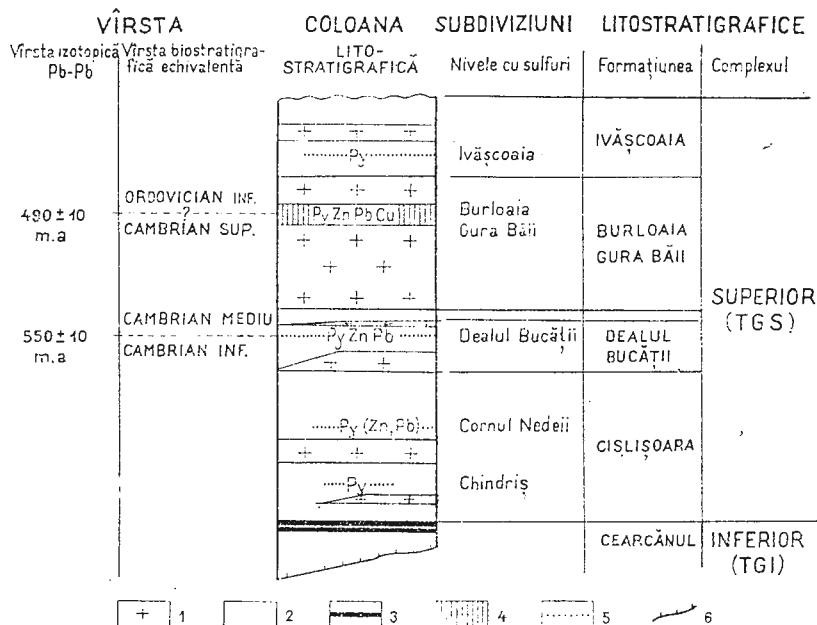


Fig. 1. — Poziția nivelerelor cu sulfuri în succesiunea litostratigrafică a complexului superior al seriei de Tulgheș — Munții Maramureșului (schematizat).

1, metavulcanite acide ; 2, sisturi (metapsamite și metapelite) ; 3, cuarțite grafitoase ; 4, asociație variată de minereuri pirotoase polimetale ; 5, minereuri de diseminare : pirítifere (py), pirotoase cu concentrații locale de Pb, Zn [py(Zn, Pb)], pirito-zinco-plumbifere (py, Zn, Pb) ; 6, discontinuitate tectonică.

Position des niveaux à sulfures dans la succession lithostratigraphique du complexe supérieur de la série de Tulgheș — Monts de Maramureş (schématisé).

1, métavolcanites acides ; 2, schistes (métapsammites et métapélites) ; 3, quartzites graphiteuses ; 4, association variée de minéraux pyriteux polymétalliques ; 5, minéraux de dissémination : pyritifères (py), pyriteux à concentrations locales de Pb, Zn [py(Zn, Pb)], pyrito-zinco-plombifères (py, Zn, Pb) ; 6, discontinuité tectonique.

plumb considerat specific zăcămintelor de origine vulcanogen-sedimentară de către Russell și Farquhar (1960), York și Farquhar (1973), Armstrong (1968), Armstrong și Hein (1973).

⁵ Arh. I.P.E.G. „Maramureș”, Baia Mare

Sub aspect genetic, mineralizațiile discutate au fost atribuite de către Socolescu (1952) activității metalogenetice a magmatismului neogen; Savu și Vasilescu (1962), Krăutner (1965), Zinenco (1971), Zinenco et al. (1973) consideră minereurile nivelului Burloaia-Gura Băii drept acumulări singenetiche vulcanogen-sedimentare. Minereurile nivelului de Dealul Bucătii au fost descrise prima dată de către Savu și Vasilescu (1962) ca avind o formă filoniană și o origine hidrotermală premetamorfă. Caracterul stratiform și dezvoltarea regională ca nivel litostratigrafic bine definit au fost observate și demonstate de Zinenco (1971), care susține pentru acestea o origine vulcanogen-sedimentară.

II. ELEMENTELE DE SUBSTRAT GEOLOGIC PENTRU ANALIZA STATISTICĂ A MINERALIZAȚIILOR

Prima încercare modernă de tratare statistică a geo chimiei mineralizațiilor stratiforme de sulfuri din seria de Tulgheș a fost realizată de către Krăutner et al. (1970) pentru zăcămîntul Fundu Moldovei. Ulterior, înregistrîndu-se o serie de adaptări, extinderi și îmbunătățiri, această metodologie a fost aplicată mineralizațiilor din zăcămîntele: Bălan (Krăutner et al., 1970)⁶, Burloaia și Gura Băii (Zinenco et al., 1973; 1971–1977)⁷, Leșul Ursului (Bălintoni et al., 1976; Krăutner et al., 1976⁸).

Rezultatele obținute prin studiile amintite sunt doar parțial corelatibile între ele, deși s-au folosit metodologii statistice similare. Această situație se datorează numai în parte condițiilor geologice diferite din zăcămîntele analizate. Principala dificultate de corelare este ridicată de semnificația geologică diferită a colectivităților statistice introduse în calcule.

Pentru a face cît mai explicite structura studiului de față și legăturile dintre rezultatele statistice și implicațiile lor geologice, vom prezenta în cele ce urmează elementele de substrat geologic al acestui studiu.

A. Elemente litostratigrafice

După cum a rezultat din expunerea de mai sus și din exemplificarea prezentată în figura 1, mineralizațiile care formează obiectul studiului aparțin la două momente de formare perfect distincte în timp, ele situindu-se în ambianțe și poziții litostratigrafice diferite.

Pe baza acestor argumente s-a considerat că mineralizațiile celor două nivele formează, din punct de vedere statistic, „populații” aparte pentru care analiza statistică trebuie să se desfășoare numai în interiorul lor, separat pentru fiecare populație, urmînd ca prin compararea parametrilor statistici obținuți să se stabilească dacă cele două populații sunt identice, similare sau diferite.

Un alt aspect îl constituie tentativele anterioare de a separa în cadrul unei populații statistice – unitare din punct de vedere temporal – sub-

^{6,7,8}, Arh. I.G.G., București.



separații litostratigrafice de mare detaliu, care să fie analizate statistic independent. Cum ar fi, spre exemplu, minereurile de diseminare intercalate între minereuri compacte (Zincenco et al., 1973; Krăutner et al., 1976⁹) sau lentile de diseminare cu poziții litostratigrafice ușor diferite în pachetul purtător (zăcămîntul Bălan, Krăutner et al., 1970¹⁰). Rezultatele obținute pentru asemenea cazuri sunt ineficiente, iar interpretarea lor generează confuzii. Situația se datorează imposibilității asigurării, la un nivel constant corespunzător, a unității semnificației dateelor introduse în asemenea separații litostratigrafice de mare detaliu.

Un singur exemplu credem că este edificator. Pe o secvență de detaliu există trei intercalații de minereuri de diseminare între minereurile compacte; pe altă secvență din același zăcămînt (populație statistică) există numai o singură intercalație; între cele două puncte de probare două benzi de minereu compact s-au efilat, astfel că minereurile de diseminare care în primul caz erau intercalate, în al doilea caz se situează în culcușul minereului compact; astfel ele au trecut dintr-o categorie statistică în alta. Pe de altă parte, sunt foarte frecvente cazurile în care secvența mineralizată este dublată tectonic, fapt care face imposibilă separarea minereurilor intercalate de cele situate în culcușul minereului compact, mai ales cînd se utilizează date provenite din foraje.

Pentru aceste considerente, în lucrarea de față s-a renunțat la asemenea separații.

B. Elemente mineralogice, petrografice și petrologice

Din necesități de calcul petrochimic, asociația mineralologică globală a minereurilor analizate se poate împărți în două fracțiuni comprehensive, în funcție de natura compoziției lor chimice, și anume: minerealele fracțiunii de sulfuri (sulfuri și sulfosăruri) și minerealele fracțiunii nesulfurice (siliciati, oxizi, carbonați, fosfați). Cu altă ocazie (Zincenco et al., 1973) am arătat că ambele fracțiuni se compun dintr-un număr relativ ridicat de specii mineralogice, dar numai un număr restrîns dintre ele ating concentrații semnificative din punctul de vedere al calculelor petrochimice.

Prezentăm în ordine compoziția mineralologică și caracterele celor două fracțiuni, cît și implicațiile lor în clasificarea petrochimică a minereurilor.

Fracțiunea de sulfuri este compusă în proporție de peste 98% din patru sulfuri: pirită, blendă, galenă și calcopirită. Restul sulfurilor și sulfosărurilor determinate în asociația fracțiunii de sulfuri nu depășesc în nici un caz 2%; prezența lor influențează numai concentrația și/sau distribuția elementelor-urmă. Astfel, elementele S, Zn, Pb, Cu sunt conținute aproape integral în cele patru sulfuri principale amintite mai sus.

Această compoziție mineralologică particulară permite efectuarea următoarelor estimări prin calcul normativ, pornind de la analize chimice

⁹ Op. cit. 8.

¹⁰ Op. cit. 6.



partiale pentru care s-au determinat concentrațiile în procente ale S, Zn, Pb, Cu :

- calculul concentrației procentuale a celor patru sulfuri (py %, sph %, gn %, cp %) în minereuri ;
- calculul concentrației procentuale a fracțiunii de sulfuri în minereuri, pe care o vom nota cu $\Sigma s \%$, conform relației :

$$py \% + sph \% + gn \% + cp \% = \Sigma s \% ;$$

— calculul prin diferență a concentrației fracțiunii nesulfurice din minereuri, exprimată în procente, după relația :

$$100 \% - \Sigma s \% = G \%$$

în care $G \%$ este concentrația fracțiunii nesulfurice din minereuri ;

— calculul concentrației relative a sulfurilor în cadrul fracțiunii de sulfuri, deci : $py + sph + gn + cp = 100 \%$.

Acest sistem de calcul conduce la rezultate foarte bune în ceea ce privește determinarea concentrației fracțiunii de sulfuri în minereuri ($\Sigma s \%$) și a caracterului asociației principale a sulfurilor (concentrarea relativă a celor patru sulfuri, în fracțiunea de sulfuri).

Pe baza concentrației fracțiunii de sulfuri ($\Sigma s \%$) au fost separate trei tipuri petrografice de minereu : minereuri de diseminare (A), $\Sigma s < < 30 \%$; minereuri precompacte (AB), Σs cuprinsă între 30 și 60 % și minereuri compacte (B), $\Sigma s > 60 \%$.

Caracterul asociației principale a sulfurilor poate fi definit satisfăcător folosind relația :

$$py \% + \Sigma (sph \% + gn \% + cp \%) = 100 \%$$

Pe baza relației de mai sus, care stabilește concentrarea relativă a piritei în cadrul fracțiunii de sulfuri, se pot defini șase „sorturi de minereu”, dintre care numai trei interesează lucrarea de față. Acestea sunt : minereu piritifer, $py > 95 \%$; minereu piroitos, $95 \% > py > 80 \%$ și minereu piroto-polimetalic, $80 \% > py > 50 \%$.

În figura 2 este prezentat triunghiul de clasificare normativă a minereurilor în funcție de cei doi parametri discutați anterior. Toate cazurile individuale întâlnite în minereurile studiate pot fi separate și definite, fără să existe cazuri de nedeterminare.

Limitele de separare dintre sorturile de minereu (1, 2 și 3, fig. 2) sunt de natură statistică și au importanță mai mult economică, decât științifică. Limitele dintre tipurile de minereuri (A, AB și B, fig. 2) au fost stabilite pe baze petrologice prin studierea complexă a minereurilor (analiză mineralogică, structural-texturală, chimică completă), urmărind relațiile dintre fracțiunea de sulfuri și cea nesulfurică pe un lot reprezentativ de cazuri (Zincenco et al., 1971 ; 1973 ; 1976)¹¹.

¹¹ Op. cit. 7.

În cele ce urmează vom face cîteva detalieri în acest sens, în măsura care interesează acest studiu.

Analiza petrologică a fractiunii nesulfurice (*G* în fig. 2) din minereurile de diseminare și cele precompacte ne-a condus la separarea acestora

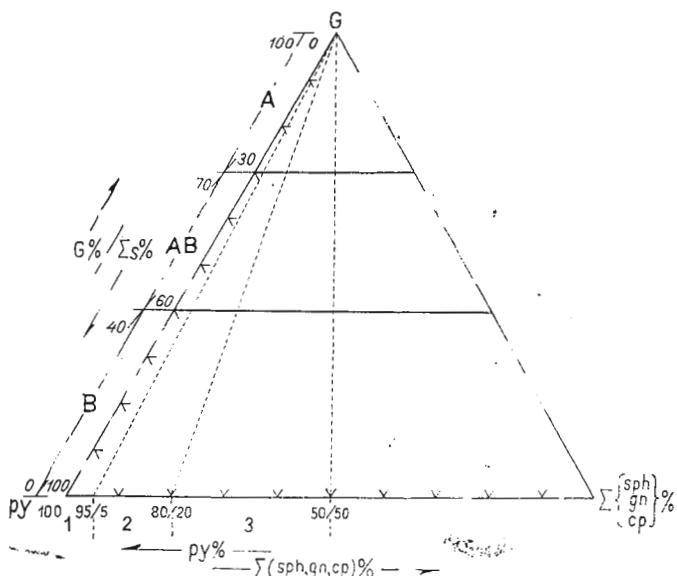


Fig. 2. — Diagrama ternară *G-Py-Σpoli* folosită pentru clasificarea normativă a minereurilor din seria de Tulgheş — Munţii Maramureşului.

G, concentrația fractiunii nesulfurice („ganga”) în minereuri ; *Py*, concentrația piritei în minereuri ; $\Sigma(\text{sph}, \text{gn}, \text{cp})$, concentrația în minereuri a blendei, galenei, calcopiritei (Σ poli) ; $\Sigma s\%$, concentrația fractiunii de sulfuri în minereuri. Tipurile petrografice de minereuri : A, domeniul minereurilor de diseminare ; AB, domeniul minereurilor precompacte ; B, domeniul minereurilor compacte. Sorturile de minereuri funcție a concentrației relative a piritei în fractiunea de sulfuri : 1, minereuri piritifere ; 2, minereuri pirotoase ; 3, minereuri piro-polimetallique.

Diagramme ternaire *G-Py-Σpoly* employé à la classification normative des minéraux de la série de Tulgheş-Monts de Maramureş.

G, concentration de la fraction non-sulfurique („stérile”) en minéraux ; *Py*, concentration de la pyrite en minéraux ; $\Sigma(\text{sph}, \text{gn}, \text{cp})$, concentration en minéraux de la blonde, de la galène, de la chalcopyrite (Σ poly) ; $\Sigma s\%$, concentration de la fraction de sulfures en minéraux. Les types pétrographiques de minéraux : A, domaine des minéraux de dissémination ; AB, domaine des minéraux pré-massifs ; B, domaine des minéraux massifs. Les sortes de minéraux en fonction de la concentration relative de la pyrite dans la fraction de sulfures : 1, minéraux pyritifères ; 2, minéraux pyriteux ; 3, minéraux pyro-polymétalliques.

în două categorii genetice generale : minereuri epigenetice (de impregnație în roci preexistente) și minereuri singenitice (de precipitație din soluții

hidrotermale, fără intervenție de material sedimentogen), între acești termeni extremi existind și cazuri de tranziție.

Minereurile epigenetice — de impregnație — au fracțiunea nesulfurică similară mineralogic și chimic cu șisturile metasedimentare sterile, comune în complexul superior al seriei de Tulgheș. Aceste tipuri de minereuri sunt reprezentate prin minereuri de diseminare și/sau precompacte în șisturi cuarț-muscovitice ± clorit. Ele sunt cunoscute în nomenclatura curentă a lucrărilor de explorare sub denumirea de impregnații în șisturi sericitoase sau sericită-cloritoase.

Minereurile singenetică au fracțiunea nesulfurică net diferită, atât mineralogic, cât și chimic, de rocile metamorfice sterile cunoscute în seria de Tulgheș. Ele nu au un corespondent cu compoziție chimică similară între rocile comune de origine sedimentară sau magmatică.

Mineralogic, fracțiunea nesulfurică de acest tip este alcătuită numai din clorit sau din clorit la care se adaugă cantități reduse de cuarț, albă și muscovit; în al doilea caz, concentrația cloritului nu scade sub 85% din volumul fracțiunii nesulfurice. Din punct de vedere chimic se remarcă concentrația mare a fierului și magneziului (insumat în jur de 45–50%) și conținutul foarte redus sau chiar absența calciuului, potasiului și sodiului; silicea are de asemenea o concentrație redusă (sub 25%).

Minereurile singenetică de diseminare și precompacte sunt echivalente petrografic cu ce am descris anterior (Zincenco, 1971) drept „cloritite cu sulfuri”.

Cazurile intermediare între minereurile singenetică și cele epigenetice se întâlnesc numai în domeniul minereurilor de diseminare (A în fig. 2) și sunt reprezentate prin șisturi clorito-muscovitice cu diseminari de sulfuri.

Fracțiunea nesulfurică a minereurilor compacte este formată preponderent din cuarț (peste 70%) la care se adaugă subordonat carbonați, albă și apatit, foarte rar muscovit.

În cele ce urmează vom analiza suportul petrologic al clasificării normative a minereurilor (fig. 2) adoptată, precum și semnificațiile geo-chimice pe care le sugerează o asemenea clasificare.

Între minereurile singenetică și minereurile compacte asociate se constată în teren treceți gradate (Zincenco, 1971). În sens stratigrafic, de jos în sus, minereurile de diseminare trec în minereuri precompacte, care la rîndul lor trec în minereuri compacte. În sens lateral, în plan, minereurile compacte trec în minereuri precompacte și acestea în minereuri de diseminare.

Acstea tranziții sunt reflectate pe planul compoziției mineralogice prin schimbarea invers proporțională a raportului dintre concentrația cloritului și piritei, în favoarea piritei, la trecerea minereurilor de diseminare în minereuri precompacte. Această modificare este continuă. Trecerea dintre minereurile precompacte și cele compacte este marcată de dispariția bruscă a cloritului în minereurile compacte și schimbarea caracterului asociației mineralogice a fracțiunii nesulfurice din aceste minereuri, care, aşa cum s-a arătat mai sus, este alcătuită preponderent din cuarț.

Deci trecerea minereurilor de diseminare în minereuri precompacte este datorată numai unei modificări cantitative (schimbarea raportului de concentrare clorit/pirită), pe cind trecerea minereurilor precompacte în minereuri compacte este datorată atât unei modificări cantitative (schimbarea raportului de concentrare între fracțiunea de sulfuri și cea nesulfurică), cît și calitativă, marcată de schimbarea compoziției mineralogice a fracțiunii nesulfurice.

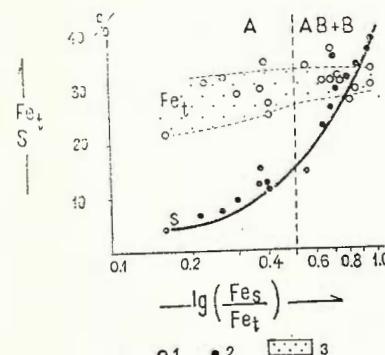
Folosind cîteva profile de analize chimice complete, efectuate pe probe reprezentative pentru succesiunile de trecere descrise mai sus, s-a ajuns la o serie de constatări de interes.

Fig. 3. — Concentrația sulfului și a fierului total în funcție de raportul dintre fierul din sulfuri și fierul total din minereurile singenetic ale nivelului Burloaia-

Gura Băii.

Fe_t , fierul total din minereuri ; Fe_s , fierul din fracțiunea de sulfuri a minereurilor ; A, minereuri de diseminare ; AB, minereuri precompacte ; B, minereuri compacte. 1, punctele figurative pentru Fe_t ; 2, valorile pentru S ; 3, aria de distribuție a fierului total.

Concentration du soufre et du fer total en fonction du rapport entre le fer des sulfures et le fer total des minerais syngénétiques du niveau Burloaia-Gura Băii. Fe_t , le fer total des minerais ; Fe_s , le fer de la fraction de sulfures des minerais ; A, minerais de dissémination ; AB, minerais pré-massifs ; B, minerais massifs. 1, points figuratifs pour le Fe_t ; 2, les valeurs pour le S ; 3, l'aire de distribution du fer total.



O primă observație o constituie concentrația aproape constantă a fierului total în cele trei tipuri de minereu, înțelegind prin fier total suma fierului legat în sulfuri cu cel legat în fracțiunea nesulfurică (practic numai în clorit). Variabilă între cele trei tipuri de minereuri este în primul rînd concentrația sulfului. Relația de concentrare între fier și sulf este prezentată în figura 3. Din această figură se constată în plus că, concomitent cu creșterea concentrației sulfului și direct proporțional cu aceasta, se schimbă raportul de concentrare al fierului din silicati (clorit) în favoarea celui din sulfuri. În minereurile compacte întreaga cantitate de fier este legată în sulfuri.

În diagrama din figura 4 se observă că în minereurile de diseminare și cele precompacte punctele figurative ale raportului fier în fracțiunea nesulfurică (clorit)/ fier în sulfuri / sulf evoluează pe linia clorit — pirită, în sensul dinspre clorit spre pirită, direct proporțional cu creșterea concentrației sulfului. Minereurile compacte se proiectează pe linia fier în sulfuri — sulf, deasupra punctului figurativ al piritei, indicând un exces de sulf față de raportul Fe : S în pirită. Acest exces se datorează prezenței mai abundente a blendei și galenei în aceste minereuri.

Datele din diagrama din figura 4 sunt în acord cu observațiile de teren și cele microscopice, privind caracterul cantitativ al diferenței dintre mine-

reurile de diseminare și cele precompacte, datorat schimbării raportului dintre clorit și pirită. Este explicată, de asemenea, și dubla modificare — cantitativă și calitativă — care marchează trecerea dintre minereurile precompacte și cele compacte. Modificarea calitativă — dispariția cloritului și schimbarea asociației mineralogice a fracțiunii nesulfurice — este datorată trecerii integrale a fierului în fracțiunea de sulfuri pe fondul creș-

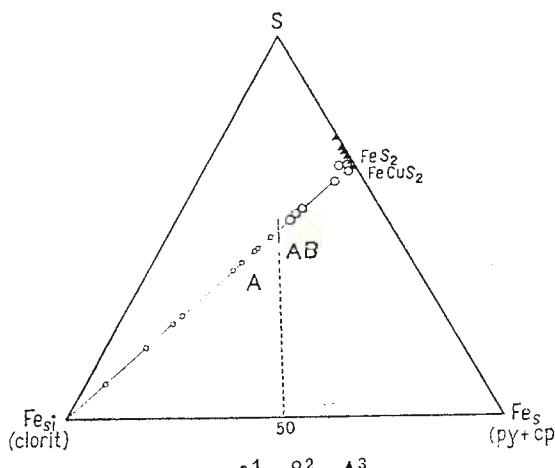


Fig. 4. — Diagrama ternară S- Fe_{cl} - Fe_s pentru minereurile singenetic ale nivelului Burloaia-Gura Băii (echivalenți atomici).

S, sulf ; Fe_{cl} , fierul din fracțiunea nesulfurică (numai în clorit) ; Fe_s , fierul din fracțiunea de sulfuri a minereurilor (cuprins în special în pirită și calcopirită) ; 1, punctele figurative ale minereurilor de diseminare (A) ; 2, punctele corespunzătoare minereurilor precompacte (AB) ; 3, punctele corespondente minereurilor compacte (B).

Diagramme ternaire S- Fe_{cl} - Fe_s pour les minerais syngénétiques du niveau Burloaia-Gura Băii (équivalents atomiques).

S, soufre ; Fe_{cl} , le fer de la fraction non-sulfurique (seulement en chlorite) ; Fe_s le fer de la fraction de sulfures des minerais (détenu spécialement par la pyrite et la chalcopyrite) ; 1, points figuratifs des minerais de dissémination (A) ; 2, points correspondant aux minerais pré-massifs (AB) ; 3, points correspondant aux minerais massifs (B).

terii cantitative a concentrației sulfului, comparativ cu concentrația totală constantă a fierului din minereuri.

Diagrama din figura 5 urmărește mai în detaliu aceste modificări ale raporturilor de concentrare ale fierului din sulfuri față de fierul din fracțiunea nesulfurică, în funcție de creșterea concentrației sulfului. În acest sens, pe ordonată sunt fixate valorile în echivalenți atomici ai raporturilor dintre concentrațiile : fier în sulfuri/sulf ; fier în fracțiunea nesul-

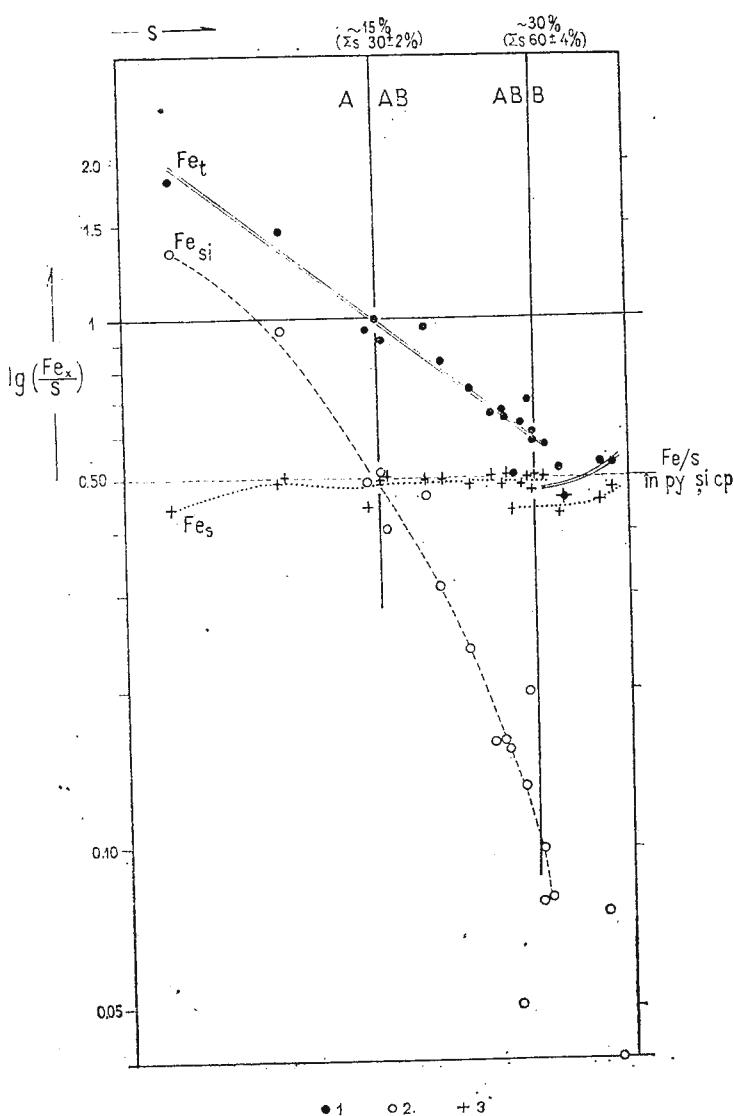
Fig. 5. — Diagrama S la $\lg (\text{Fe}_x:\text{S})$ pentru minereurile singenetice din nivelul Burloaia-Gura Băii (echivalenți atomici).

Fe_t , fierul total din minereuri; Fe_s , fierul din fracțiunea de sulfuri; Fe_{si} , fierul din fracțiunea nesulfurică din minereuri; Fe_x , valorile corespunzătoare pentru Fe_t , Fe_s și Fe_{si} , luate în parte, caz cu caz. A, AB, B, tipurile petrografice de minereuri. 1, valorile pentru Fe_t ; 2, valorile pentru Fe_{si} ; 3, valorile pentru Fe_s . Pentru raportul $\text{Fe}_x:\text{S}$ valoarea 1 arată egalitatea între Fe și S, iar cea de 0,5 reprezintă raportul dintre cele două elemente în pirită (py) și calcopirite (cp), exprimate în echivalenți atomici.

$\Sigma s \%$, concentrația fracțiunii de sulfuri în minereuri corespunzătoare limitelor dintre minereurile de diseminare (A) și precompacte (AB), respectiv între cele precompacte și compacte (B).

Diagramme S à $\lg (\text{Fe}_x:\text{S})$ pour les minéraux syngénétiques du niveau Burloaia-Gura Băii (équivalents atomiques).

Fe_t , le fer total des minéraux; Fe_s , le fer de la fraction de sulfures; Fe_{si} , le fer de la fraction non-sulfurique des minéraux; Fe_x , les valeurs correspondantes pour Fe_t , Fe_s et Fe_{si} , considérées pour chaque cas à part. A, AB, B, les types pétrographiques des minéraux. 1, les valeurs pour le Fe_t ; 2, les valeurs pour le Fe_{si} ; 3, les valeurs pour le Fe_s . Pour le rapport $\text{Fe}_x:\text{S}$ la valeur 1 montre l'égalité entre le Fe et le S, et celle de 0,5 représente le rapport entre les deux éléments en pyrite (py) et chalcopyrite (cp), exprimées en équivalents atomiques. $\Sigma s \%$, concentration de la fraction de sulfures en minéraux correspondant aux limites entre les minéraux de dissémination (A) et pré-massifs (AB), notamment entre ceux pré-massifs et massifs (B).



Fe_t , le fer total des minéraux; Fe_s , le fer de la fraction de sulfures; Fe_{si} , le fer de la fraction non-sulfurique des minéraux; Fe_x , les valeurs correspondantes pour Fe_t , Fe_s et Fe_{si} , considérées pour chaque cas à part. A, AB, B, les types pétrographiques des minéraux. 1, les valeurs pour le Fe_t ; 2, les valeurs pour le Fe_{si} ; 3, les valeurs pour le Fe_s . Pour le rapport $\text{Fe}_x:\text{S}$ la valeur 1 montre l'égalité entre le Fe et le S, et celle de 0,5 représente le rapport entre les deux éléments en pyrite (py) et chalcopyrite (cp), exprimées en équivalents atomiques. $\Sigma s \%$, concentration de la fraction de sulfures en minéraux correspondant aux limites entre les minéraux de dissémination (A) et pré-massifs (AB), notamment entre ceux pré-massifs et massifs (B).

furică/sulf și fier total/sulf, pentru fiecare probă în parte; pe abscisă sînt figurate valorile corespunzătoare fiecărei probe în parte pentru sulf. Diagrama prezintă trei cîmpuri distincte, separate de două limite cu semnificație petrologică precisă și invariabilă la nivelul mineralizațiilor analizate. Prima limită corespunde minereurilor pentru care concentrația fierului total este egală cu cea a sulfului, iar concentrația fierului din fracțiunea de sulfuri este egală cu cea a fierului din fracțiunea nesulfurică. Pentru această limită concentrația corespunzătoare a sulfului este de cca 15 %, iar suma de sulfuri ($\Sigma s\%$) de $30 \pm 2\%$. Cea de-a doua limită corespunde minereurilor pentru care concentrația fierului din fracțiunea de sulfuri este egală sau aproape egală cu cea a fierului total. Această limită se situează la o concentrație a sulfului de cca 30 % și o concentrație a sumei de sulfuri de $60 \pm 4\%$.

Cele trei cîmpuri separate de aceste două limite definesc domeniile de existență ale tipurilor petrografice de minereu adoptate în acest studiu, și anume (fig. 2 și 5): A – minereuri de diseminare; AB – minereuri precompacte; B – minereuri compacte.

Trăsăturile petrologice ale acestor cîmpuri sînt următoarele (fig. 5):

- minereurile de diseminare sunt subsaturate în sulf față de fierul total, iar fierul din fracțiunea nesulfurică este în exces față de cel din fracțiunea de sulfuri;
- minereurile precompacte au sulful în exces față de fierul total, fierul total este în exces față de cel din fracțiunea de sulfuri și acesta din urmă predomină față de fierul din fracțiunea nesulfurică;
- minereurile compacte sunt suprasaturate în sulf față de fierul total, acesta din urmă fiind legat în întregime în fracțiunea de sulfuri.

Argumentele prezentate mai sus constituie suportul petrologic al clasificării normative a minereurilor studiate. Se cere făcută precizarea că el este în întregime valabil numai pentru minereurile singenetice din nivelul cu sulfuri Burloaia-Gura Băii, din care au fost recoltate probele pentru analiza petrologică.

În ce privește minereurile epigenetice, cum sînt cele din nivelul Dealul Bucătii, argumentele de mai sus sunt valabile numai parțial. Totuși limitele de separare ale tipurilor petrografice de minereu, pe baza concentrației sumei de sulfuri ($\Sigma s\%$), au fost reținute și pentru acest caz, în ideea asigurării comparabilității rezultatelor studiului statistic.

Deoarece cele trei tipuri petrografice de minereu discutate constituie entitățile statistice de bază cu care am operat în acest studiu, sunt de reținut, în concluzie la acest punct, următoarele:

- cele trei tipuri petrografice de minereu și compoziția mineralologică a fracțiunii de sulfuri se pot determina precis prin calcul normativ, utilizînd analize chimice parțiale pentru care au fost dozate elementele S, Zn, Pb și Cu;
- limitele de separație a celor trei tipuri de minereuri se stabilesc pe baza concentrației fracțiunii de sulfuri ($\Sigma s\%$), măsurată în procente gravimetricice, și anume: $\Sigma s = 30\%$, limita dintre minereurile de disemina-



minare și cele precompacte, $\Sigma s = 60\%$, limita dintre minereurile precompacte și cele compacte (fig. 2);

— pentru minereurile singenetic ale nivelului cu sulfuri Burloaia-Gura Băii tipurile petrografice de minereu și limitele de separare dintre ele au semnificație petrologică precisă, trecerile gradate observate între aceste minereuri, atât în sens stratigrafic, cît și în plan (variație laterală), fiind datorate schimbării concentrației sulfului pe fondul rămînerii constante a concentrației fierului total;

— datorită constanței criteriilor de separare, cele trei tipuri petrografice de minereu formează entități statistice de bază care permit efectuarea de comparații pertinente și cu semnificație unitară între categoriile statistice superioare (colectivități faciale, subpopulații sau populații).

C. Elemente privind forma de zăcămînt și variațiile faciale ale mineralizațiilor

Studiile de teren întreprinse de unul dintre autori (D.Z.) au arătat că minereurile din cele două nivele cu sulfuri discutate se deosebesc net în ceea ce privește forma lor de zăcămînt și variațiile faciale în suprafață. Pentru aceste considerente prezentarea se va face separat pentru fiecare nivel în parte.

1. Nivelul Burloaia-Gura Băii

Este constituit în principal din minereuri singenetic — de diseminare, precompacte și compacte — și subordonat, din minereuri epigenetice.

Minereurile epigenetice se situează în culcușul și acoperișul secvenței singenetic și foarte rar intercalat în interiorul acesteia. Ele sunt reprezentate exclusiv prin minereuri de diseminare. În toate cazurile minereurile epigenetice din culcuș trec gradat — în sens stratigrafic — la minereurile de diseminare singenetic. Corespondentele lor din acoperiș sunt separate de minereurile singenetic printr-o limită netă (fără excepție).

După modul de asociere în suprafață a minereurilor de diseminare, precompacte și compacte, se pot distinge în cadrul secvenței singenetic trei faciesuri cu dispoziție concentrică (Zincenco, 1971; Zincenco et al., 1973):

*Faciesul central*¹² este format preponderent din minereuri compacte, care alcătuiesc una sau mai multe lentile strat cu grosimi de ordinul zecilor de metri (fig. 6). Minereurile de diseminare sunt subordonate, iar cele precompacte apar numai în baza minereurilor compacte, avînd grosimi centimetrice.

Faciesul intermediar se dispune la exteriorul celui central și se caracterizează prin participarea aproape egală a minereurilor de diseminare și

¹² Nomenclatura faciesurilor utilizată în această lucrare se echivalează cu cea enunțată de Zincenco (1971), după cum urmează: facies Burloaia central — facies central; facies Burloaia est — facies intermediar; facies de Măgura și facies de Ivășcoaia — facies marginal.

compacte la alcătuirea secvenței singeneticice. Minereurile compacte scad simțitor ca grosime, înregistrindu-se cazuri de trecere laterală a acestora în minereuri de diseminare, prin intermediul minereurilor precompacte (fig. 6). Grosimea generală a secvenței singeneticice se diminuează gradat dinspre faciesul central spre exterior, concomitent cu trecerea laterală a

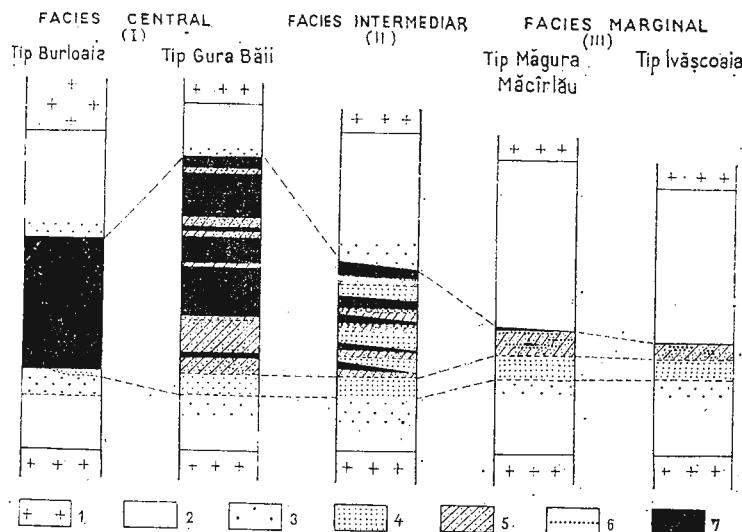


Fig. 6. — Litostratigrafia de detaliu și modul de asociere a minereurilor în cadrul variației faciale a mineralizațiilor din nivelul Burleaia-Gura Băii.

1, metavulcanite acide ; 2, sisturi cuarț-muscovitice ± clorit (roci metasedimentare) ; 3, minereuri de diseminare epigenetice (de impregnație în roci metasedimentare) ; 4, minereuri de diseminare sin-epigenetice (sisturi clorito-muscovitice cu diseminări de sulfuri) ; 5, minereuri de diseminare singeneticice (chloritite cu sulfuri) ; 6, minereuri precompacte ; 7, minereuri compacte. I, II și III, simbolurile faciesurilor utilizate în analiza statistică.

La lithostratigraphie de détail et le mode d'association des minéraux dans le cadre de la variation faciale des minéralisations du niveau Burleaia-Gura Băii.

1, métavolcanites acides ; 2, schistes quartz-muscovitique ± chlorite (roches métasédimentaires) ; 3, minéraux de dissémination épigénétiques (d'imprégnation en roches métasédimentaires) ; 4, minéraux de dissémination syn-épigenétiques (schistes chlorito-muscovitiques à disséminations de sulfures) ; 5, minéraux de dissémination syngénétiques (chloritites à sulfures) ; 6, minéraux pré-massifs ; 7, minéraux massifs. I, II et III, indices des faciès employés dans l'analyse statistique.

minereurilor compacte în minereuri de diseminare. Caracterele de detaliu din acest facies sunt prezentate în figura 6.

Faciesul marginal se situează la exteriorul celui intermediar. În acest facies minereurile de diseminare predomină net asupra celor compacte, acestea din urmă apărând ca mici lentile sau puțind chiar să îl lipsească. Minereurile precompacte pot apărea ca mici lentile independente, fapt

neîntîlnit în celelalte faciesuri. Grosimea secvenței singenetic se micșorează la cîțiva metri.

În esență, tranziția de la faciesul central la cel marginal se realizează prin trecerea minereurilor compacte în minereuri de diseminare și prin subțierea grosimii secvenței singenetic.

Faciesul de efilare completă a acesteia nu este încă cunoscut cu precizie în Munții Maramureșului, deoarece minereurile nivelului Burloai-

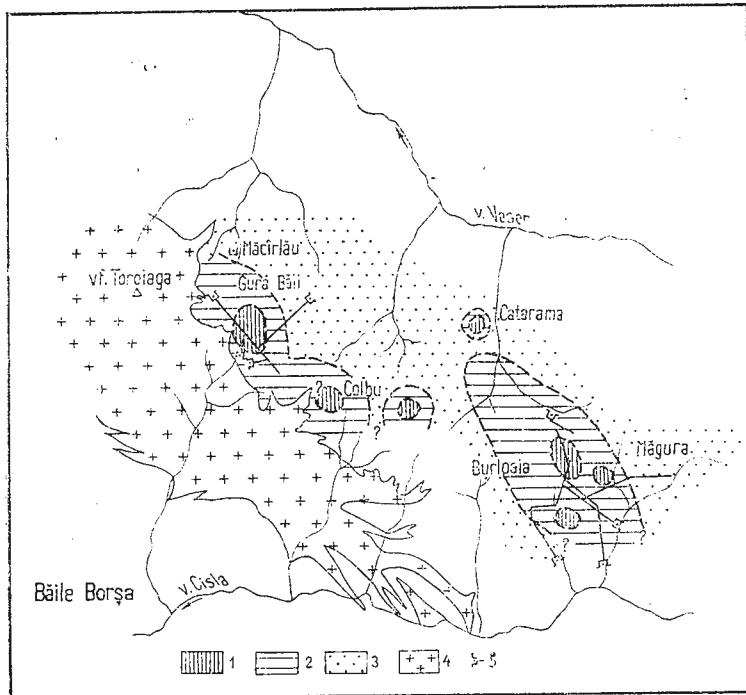


Fig. 7. — Schiță dezvoltării la suprafață a faciesurilor nivelului Burloai-Gura Băii (Munții Maramureșului).

1, facies central ; 2, facies intermediar ; 3, facies marginal ; 4, vulcanite neogene (corpu Toroia) ; 5, lucrări miniere.

Esquisse du développement en surface des facès du niveau Burloai-Gura Băii (Monts de Maramures).

1, faciès central ; 2, faciès intermédiaire ; 3, faciès marginal ; 4, volcanites néogènes (corps Toroia) ; 5, travaux miniers.

Gura Băii ori sunt erodate, ori intrerupte tectonic în aria în care se poate presupune că s-au efilat.

Două asemenea succesiuni de faciesuri au fost recunoscute în Munții Maramureșului (Zincenco, 1971), una în zăcămîntul Burloai și alta în zăcămîntul Gura Băii. Recent, o a treia succesiune a fost deschisă în zona Colbu — Lucăceasa (fig. 7).

2. Nivelul Dealul Bucătii

Minereurile nivelului Dealul Bucătii sunt în marea lor majoritate de tip epigenetic, între care predomină net minereurile de diseminare. Datorită acestui fapt, cît și dimensiunilor foarte mici ale sulfurilor, forma de zăcămînt a concentrațiilor din acest nivel este dificil de precizat.

Mineralizațiile par să formeze „corpuri de diseminare” de formă lenticulară, dispuse concordant în pachetul purtător, acesta din urmă alcătuit din sisturi cuart-muscovitice ± clorit (metapelite-metapsamite). În interiorul acestor corpuri de diseminare, minereurile precompacte și compacte apar ca șlire sau mici lentile – cu grosimi centimetrice la decimetrice – dispuse concordant cu foliația de stratificație a sistemelor. În cadrul pachetului purtător, corpurile de diseminare nu se dispun la același nivel stratigrafic de detaliu. Ele ocupă poziții suprapuse, parțial sau total, sau pot lăsa între ele zone sterile. Grosimea corpurilor de diseminare este de ordinul metrului, rar zeci de metri, avînd în suprafață o dezvoltare de cca 1,5–3 ori mai mare.

D. Elemente genetice

1. Nivelul Burloaia-Gura Băii

Minereurile acestui nivel au fost considerate într-o lucrare anterioară (Zincenco et al., 1973) ca fiind produse prin metamorfozarea unor depozite ferosulfuroase și/sau feromagnezian-silicioase, acumulate prin precipitare din soluții hidrotermale, în condiții submerse la suprafață activă de sedimentare. Soluțiile hidrotermale se consideră că au fost emise pe un canal central de tipul unui izvor. În această accepțiune, minereurile faciesului central reprezentă depozitele din imediata vecinătate a sursei. Pe baza datelor de teren și a observațiilor petrologice deja prezентate (fig. 5 și 6) se poate face presupunerea că depunerile din faciesul central s-au efectuat în condiții de suprasaturare în sulf a soluțiilor pe tot timpul activității sursei, pentru cazul Burloaia, sau cu scurte perioade de emisie a unor soluții subsaturate în sulf, cum este cazul Gura Băii. Presupunerea este argumentată de prezența în centralul Burloaia numai a minereurilor compacte, spre deosebire de cel din Gura Băii unde se constată o alternanță de minereuri compacte cu minereuri de diseminare (fig. 6). Dar în general se poate accepta că pentru faciesul central raporturile de concentrare între fier și sulf sint similare celor din domeniul minereurilor compacte (fig. 5). Faciesurile intermediare și marginal au luat naștere prin diferențierea soluțiilor hidrotermale în procesul de depunere și migrare laterală. Rolul principal al diferențierii îl atribuim scăderii gradate a concentrației sulfului din soluții, concomitent cu depărțarea soluțiilor de faciesul central (sursă), produsă pe de o parte prin precipitarea sulfurilor și pe de altă parte prin degajarea sa din soluții. Relațiile de concentrare între sulful și fierul din soluții au fost în faciesul intermediar de tipul celor observate în minereurile precompacte, iar în faciesul marginal, similar celor din minereurile de diseminare (fig. 5).



2. Nivelul Dealul Bucătii

Datele de care dispunem ne-au condus la concluzia că minereurile nivelului Dealul Bucătii sunt de origine „sin-epigenetică”, formate prin impregnarea cu sulfuri a rocilor sedimentare, de asemenea în condiții submerse, în imediata apropiere a suprafeței active de sedimentare. Mediile de transport ale elementelor metalice și ale sulfului au fost cel mai probabil exhalatii și cu totul subordonat soluțiilor hidrotermale, presupunere susținută de absența unor depozite ferosilicioase de tipul celor din nivelul de Burloaia-Gura Băii. Acestea au fost emise de surse locale cu debit redus, dar o remarcabilă răspândire în suprafață (cca 60 km² recunoscuți pînă în prezent).

III. STUDIUL STATISTIC AL MINERALIZAȚIILOR

A. Materialul primar utilizat

La realizarea acestui studiu s-au folosit analize chimice parțiale pentru S, Zn, Pb, Cu, exprimate în procente din minereurile analizate, precum și pentru Sn, Ag, Au, exprimate în părți pe milion.

Toate analizele folosite provin din documentațiile geologice ale zăcămintelor Burloaia și Gura Băii pentru nivelul de Burloaia-Gura-Băii, respectiv din zăcămîntul Dealul Bucătii pentru nivelul de Dealul Bucătii.

Au fost selectate numai analizele a căror poziție topografică și semnificație petrografică au fost precizate. De asemenea, au fost reținute doar analizele pentru care au fost dozate toate cele patru elemente chimice principale.

Marea majoritate a probelor privin de pe profile de probare care au traversat întreaga sau aproape întreaga secvență mineralizată. Aceste profile de probare au fost realizate prin lucrări de foraj și/sau lucrări miniere verticale. Dispunerea lucrărilor din care s-au recoltat probele a fost efectuată într-o rețea sistematizată geometric.

B. Structura studiului statistic

Studiul de față a fost conceput și structurat pentru două tipuri distincte de analiză statistică :

— În primul rînd, pentru o analiză statistică „defalcată” — de tip secvențial — operînd cu, și în interiorul unor categorii de eșantioane statistice cu semnificații geologice și grade de generalitate diferite, menite să surprindă principalele variații ale compoziției chimice a mineralizațiilor studiate, precum și să scoată în evidență pe purtătorii concreți ai acestor variații.

— În al doilea rînd, pentru o analiză statistică globală sau de „tendință” a concentrării elementelor S, Zn, Pb și Cu în suprafață, exprimată sub formă de hărți cu linii de echiconcentrație.

În continuare vom prezenta modul concret în care au fost pregătite datele pentru cele două tipuri de analiză statistică.



1. Structura studiului statistic defalcat și categoriile eșantioanelor statistice folosite

În organigrama din figura 8 este precizată ierarhia categoriilor statistice folosite în studiu defalcat. Din această organigramă se poate constata că logica sa structurală se sprijină pe elementele de substrat geologic al studiului statistic, prezentate în capitolul II al acestei lucrări.

Astfel, categoria statistică de bază o formează „selecțiile petrografice”, reprezentate prin cele trei tipuri petrografice de minereu. Modul de

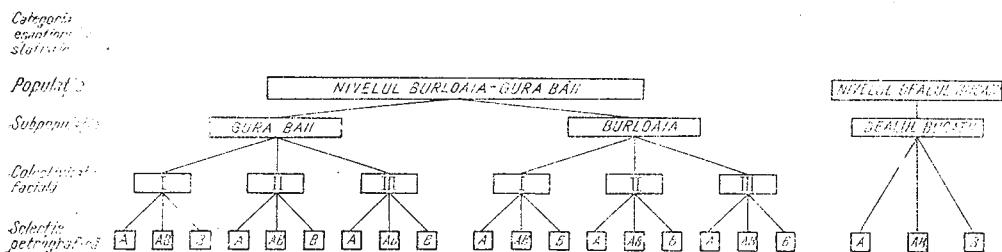


Fig. 8. -- Organigrama studiului statistic defalcat.

Simbolurile utilizate în lucrare pentru diversele nivele ale eșantioanelor statistice : A, minereuri de diseminare intercalate și/sau inferioare minereurilor compacte ; AB, minereuri precompacte ;

B, minereuri compacte ; I, facies central ; II, facies intermediar ; III, facies marginal.

Organigramme de l'étude statistique défaillée.

Indices employés dans l'étude pour les divers niveaux des échantillons statistiques : A, minéraux de dissémination intercalés et/ou inférieurs aux minéraux massifs ; AB, minéraux pré-massifs ; B, minéraux massifs ; I, faciès central ; II, faciès intermédiaire ; III, faciès marginal.

definire a selecțiilor petrografice rămîne neschimbat pe parcursul întregului studiu, indiferent de nivelul stratigrafic (populația statistică) sau faciesul (colectivitate facială) din care fac parte minereurile analizate. Toate categoriile statistice cu generalitate mai largă sunt definite prin cercetarea variațiilor statistice în interiorul celor trei tipuri petrografice de minereu ; în același timp se asigură comparabilitatea rezultatelor între categoriile statistice ierarhic superioare.

Semnificația geologică a trăsăturilor de comportament a elementelor chimice studiate statistic în interiorul selecțiilor petrografice este legată direct de concentrarea globală a sulfurilor din cele trei tipuri de minereuri ($\Sigma s\%$), care este și criteriu de separare a acestor minereuri, precum și de concentrarea relativă a celor patru sulfuri principale în cadrul fracțiunii de sulfuri a fiecărui tip de minereu în parte.

Categoria statistică imediat superioară este „colectivitatea facială”. Această categorie s-a folosit numai pentru minereurile nivelului (populației) Burloaia-Gura Băii. Ea însumează datele referitoare la selecțiile petrografice situate în același facies, reprezentând în același timp și unitatea de loc — cu semnificații genetice — pentru analiza defalcată a variațiilor

înregistrate în interiorul selecțiilor petrografice, în îndepărtarea acestora față de reperul ales, faciesul central.

Semnificațiile primordiale ale trăsăturilor statistice medii pe colectivitățile faciale sunt generate în principal de schimbarea raportului de participare dintre minereurile descrise la subpunctul C.1. din capitolul II și prezentate în figura 6.

Categoria statistică ierarhic superioară o constituie „subpopulația”. În cazul nivelului (populației) Burloaia-Gura Băii ea se constituie ca suma datelor și caracterelor dintr-o succesiune completă de faciesuri. Analiza la acest nivel definește cele mai generale trăsături statistiche furnizate de cazuri concrete, permitând în același timp compararea celor mai generale trăsături și legități observate la cele două succesiuni de faciesuri.

Categoria statistică cea mai generală cu care am operat o reprezintă „populația”. Pentru nivelul Burloaia-Gura Băii trăsăturile medii pe populație au caracter de largă generalitate, constituind modelul ideal al evoluției și comportamentului elementelor analizate.

În ceea ce privește nivelul Dealul Bucătii trăsăturile obținute pentru subpopulația zăcământului Dealul Bucătii s-au extrapolat întregului nivel, neavind în momentul de față un termen de comparație.

Modul concret de distribuire a analizelor chimice conform organigramei din figura 8 s-a efectuat în felul următor.

Pentru populația nivelului Burloaia-Gura Băii s-au trasat în primul rînd limitele concrete ale celor trei faciesuri în cadrul celor două zăcăminte Burloaia și Gura Băii. Această operație a fost efectuată de către unul din autori (D.Z.), prin cartarea integrală a celor două zăcăminte.

Avind astfel suprafețele de dezvoltare a faciesurilor și demarcațiile dintre ele, analizele chimice aferente fiecărui facies în parte au fost sortate manual pe baza indicațiilor privind locul de recoltare și introduse în colectivitatea facială respectivă. Această operație s-a efectuat separat pentru subpopulația Burloaia și respectiv Gura Băii.

Separarea pe selecții petrografice s-a efectuat pe calculator, utilizând programul ASUN (An dăr, 1975¹³) de calcul normativ al compozitiei mineralogice a fracțiunii de sulfuri, conform principiului expus la punctul B din capitolul II.

Sortarea analizelor chimice pe selecții petrografice (tipuri petrografice de minereu) s-a efectuat separat pentru fiecare facies în parte din cele două subpopulații, obținindu-se în final structura prezentată în organigramă din figura 8.

Toate determinările statistice din studiul defalcat s-au efectuat în interiorul celulei alcătuite din selecțiile petrografice din cadrul aceluiași facies, analizindu-se separat fiecare selecție petrografică în parte și global pe facies.

Ca o ultimă precizare privind nivelul Burloaia-Gura Băii, în selecția petrografică A (minereuri de diseminare) s-au introdus analizele chimice corespunzătoare acestor minereuri din secvența singenetică (tip cloritite

¹³ Arh. I.G.G. București.

cu sulfuri) și minereurile sin-epigenetice situate imediat în culcușul acesteia (tip șisturi clorito-muscovitice cu diseminări de sulfuri).

Pentru subpopulația Dealul Bucătii au fost extrase toate analizele chimice aferente zăcământului. Acestea au fost distribuite numai în selecții petrografice (fig. 8), operație executată pe calculator, folosind programul ASUN.

Analiza statistică a fost operată separat în interiorul fiecărei selecții petrografice și global pe subpopulație.

2. Principiile analizei statistice globale a tendințelor de concentrare în suprafață a elementelor chimice

Pentru acest model de analiză statistică s-a utilizat analiza suprafețelor de tendință cu programul de calcul CONT (Gavrilă, 1975).

În principiu, acest program permite estimarea, în șapte trepte de aproximare, a concentrației unui element chimic dat, cind se cunosc concentrațiile punctiforme ale elementului și coordonatele topografice ale punctelor de probare în suprafață de analizat. Rezultanta o reprezintă un set de hărți de aproximare, diferite prin nivelul de detaliu al aproximării, exprimate în linii de echiconcentrație, calculate și trasate direct de calculator. Se obțin în paralel pentru fiecare treaptă de aproximare și hărți reziduale, pe care sunt marcate pentru fiecare punct de probare diferența dintre valoarea concentrației elementului măsurată și cea adoptată prin calcul pe harta de tendințe.

Față de principiul de lucru al acestei metode, apare evident că semnificația hărților de tendințe este strict dependentă de semnificația și reprezentativitatea punctelor individuale introduse în calcule.

Deci prima problemă care se pune este asigurarea constanței de semnificație a tuturor punctelor individuale introduse în calcul, pe întreaga suprafață de analizat.

Un alt aspect important îl constituie scopul urmărit prin analiza de tendințe.

În acest sens, în lucrarea de față s-a considerat ca fiind de prim interes urmărirea variațiilor concentrației medii, pe întreaga secvență mineralizată, a elementelor chimice studiate, deoarece această variație nu poate fi urmărită în mod concret decât în modelul statistic oferit de analiza tendințelor.

Pentru realizarea acestui scop s-au selectat în suprafețele celor trei zăcăminte (Gura Băii, Burloaia și Dealul Bucătii) toate lucrările de foraj sau suitori care au traversat integral secvența mineralizată și pentru care existau profile de probare completă. Analizele chimice de pe aceste profile de probare au fost mediate, obținându-se pentru fiecare element chimic în parte concentrația sa medie pe secvență în punctul respectiv. Distribuția punctelor de probare este perfect uniformă în cazul zăcământului Gura Băii, satisfăcătoare pentru zăcământul Dealul Bucătii și imperfectă în zăcământul Burloaia. În acest din urmă caz, probarea lucrărilor vechi (ori-



zontul 0 și —22) fiind mai puțin sistematizată și lipsind profilele de probare ale întregii coloane mineralizate, am fost obligați să introducem și probe din galerii reprezentative numai în parte pentru secvența mineralizată la locul de probare.

În cele ce urmează prezentăm rezultatele celor două modele de analiză statistică, care vor fi comentate separat pentru fiecare populație.

C. Analiza statistică complexă a populației nivelului Burloaia — Gura Băii

1. Analiza statistică defalcată

a. Analiza compozitiei mineralogice normative a fracțiunii de sulfuri din minereuri. Datele privitoare la această analiză au fost furnizate de programul de calcul ASUN; ele sunt centralizate sub formă de valori medii în tabelul 1.

Prezentăm mai întii comportamentul concentrației medii a fracțiunii de sulfuri din minereuri, pe care o denumim sumă de sulfuri ($\Sigma s\%$).

Suma de sulfuri crește progresiv și continuu din minereurile de diseminare (A) pînă în minereurile compacte (B), aşa cum se poate constata din figura 9. În funcție de frecvența cazurilor corespunzătoare fiecărui interval valoric al sumei de sulfuri, aceasta are distribuție normală în minereurile de diseminare și compacte din toate faciesurile și în ambele subpopulații (fig. 9). Media $\Sigma s\%$ în interiorul tipurilor petrografice suferă variații foarte mici la trecerea minereurilor dintr-un facies în altul (tab. 1 și fig. 10, 11 a și c). Media $\Sigma s\%$ pe facies descrește puternic din faciesul central pînă în faciesul marginal, cu o rată aproape identică în ambele subpopulații (fig. 10 și 11). Media $\Sigma s\%$ pentru faciesul intermedian (II) este aproape identică în ambele subpopulații cu media $\Sigma s\%$ din minereurile precompacte ale acestui facies. În Gura Băii mediile $\Sigma s\%$ pe întreaga subpopulație, pentru minereurile de diseminare, precompacte și compacte sunt practic egale cu corespondentele lor din faciesul intermedian. Pentru aceleași cazuri, în Burloaia mediile $\Sigma s\%$ sunt puțin diferite (mai mari cele din faciesul intermedian), situație exemplificată în figura 11 (a și c). Mediile pe subpopulație ale $\Sigma s\%$ sunt aproape egale cu cea din faciesul intermedian în ambele subpopulații și sunt de asemenea egale între Gura Băii și Burloaia (fig. 10 și tab. 1).

În concluzie, caracterele faciesului intermedian din ambele subpopulații sunt reprezentative pentru caracterele medii ale subpopulațiilor respective. Deși apar unele mici diferențe în comportamentul de detaliu, în ansamblu cele două subpopulații sunt perfect similare în ceea ce privește tendințele concentrării $\Sigma s\%$ în categoriile analizate (fig. 9, 10, 11) și identice prin concentrația medie pe subpopulație a $\Sigma s\%$.

Frecvența tipurilor de minereuri este detaliată în figurile 9 și 11 (b și d).

Pentru ambele subpopulații frecvența minereurilor compacte este maximă în faciesul central și minimă în cel lateral, minereurile de diseminare au un comportament exact invers, iar cele precompacte au o frec-



TĂBELLUL 1

Compoziția mineralologică normativă a fracțiunii de sulfuri din minereurile nivului Burloaia-Gura Băii

a — Subpopulația valorilor din Gura Băii

		GURA BĂII			
		I	II	III	Mz
N	A	171	822	300	1293
	AB	100	261	55	416
	B	363	926	70	1359
	Σ	634	2009	425	3068
$n\%$	A	26,97	40,92	70,59	42,14
	AB	15,77	12,99	12,94	13,56
	B	57,26	40,09	16,47	44,30
	Σ	100,00	100,00	100,00	100,00
$\bar{x}\Sigma s\%$	A	13,87	10,99	11,30	11,44
	AB	45,91	45,25	41,99	44,97
	B	73,15	74,37	76,00	74,12
	M	52,87	44,65	25,93	43,75
py	A	69,21	81,60	91,65	82,30
	AB	74,11	79,80	92,90	80,18
	B	77,66	83,22	92,67	82,24
	M	74,81	82,11	91,99	81,89
\bar{x} $\Sigma s\%$	A	11,42	7,35	2,00	6,64
	AB	12,52	9,48	1,87	9,20
	B	12,83	9,78	2,26	10,20
	M	12,39	8,74	2,03	8,60
gln	A	5,11	2,62	1,08	2,59
	AB	5,11	3,22	0,61	3,32
	B	4,96	3,29	0,71	3,60
	M	5,02	3,01	0,95	3,15
cpy	A	14,26	8,43	5,27	8,46
	AB	8,26	7,50	4,62	7,30
	B	4,55	3,71	4,36	3,96
	M	7,78	6,14	5,03	6,36

b — Subpopulația valorilor din Burloaia

		BURLOAIA			
		I	II	III	Mz
N	A	96	147	312	555
	AB	50	129	107	286
	B	348	270	52	670
	Σ	494	516	471	1511
$n\%$	A	19,43	26,02	66,24	36,73
	AB	10,12	23,63	22,72	18,93
	B	70,45	49,15	11,04	44,34
	Σ	100,00	100,00	100,00	100,00
$\bar{x}\Sigma s\%$	A	7,35	9,22	12,16	10,55
	AB	49,91	47,16	43,45	46,26
	B	76,05	72,99	69,92	74,35
	M	60,06	49,72	25,70	45,60
py	A	87,90	91,46	82,99	86,05
	AB	83,98	85,08	85,68	85,11
	B	82,30	83,22	85,76	82,95
	M	83,50	86,04	84,82	84,80
bld	A	6,37	3,91	2,12	3,35
	AB	9,33	9,07	1,64	6,34
	B	12,20	10,42	5,74	10,97
	M	10,82	8,35	3,04	7,52
\bar{x} $\Sigma s\%$	A	1,80	1,46	0,98	1,25
	AB	3,64	3,24	0,60	2,32
	B	4,11	3,62	1,03	3,67
	M	3,62	2,96	0,86	2,53
gln	A	3,93	3,17	13,91	9,35
	AB	3,05	2,61	12,08	6,23
	B	1,39	2,74	7,47	2,41
	M	2,06	2,65	11,28	5,15
cpy	A				
	AB				
	B				
	M				

A, minereuri de diseminare; AB, minereuri precompacte; B, minereuri compacte; M, valori pe facies; I, facies central; II, facies intermediar; III, facies marginal; Mz, valori pe zăcăminte; N, numărul de cazuri; $n\%$, frecvența relativă a tipurilor de minereu; $\bar{x}\Sigma s\%$, concentrația fracțiunii de sulfuri în minereuri; $\bar{x}/\Sigma s\%$, concentrația relativă a sulfurilor în cadrul fracțiunii de sulfuri a minereurilor; py, pirită; bld, blendă; gln, galenă; cpy, calcopirită.



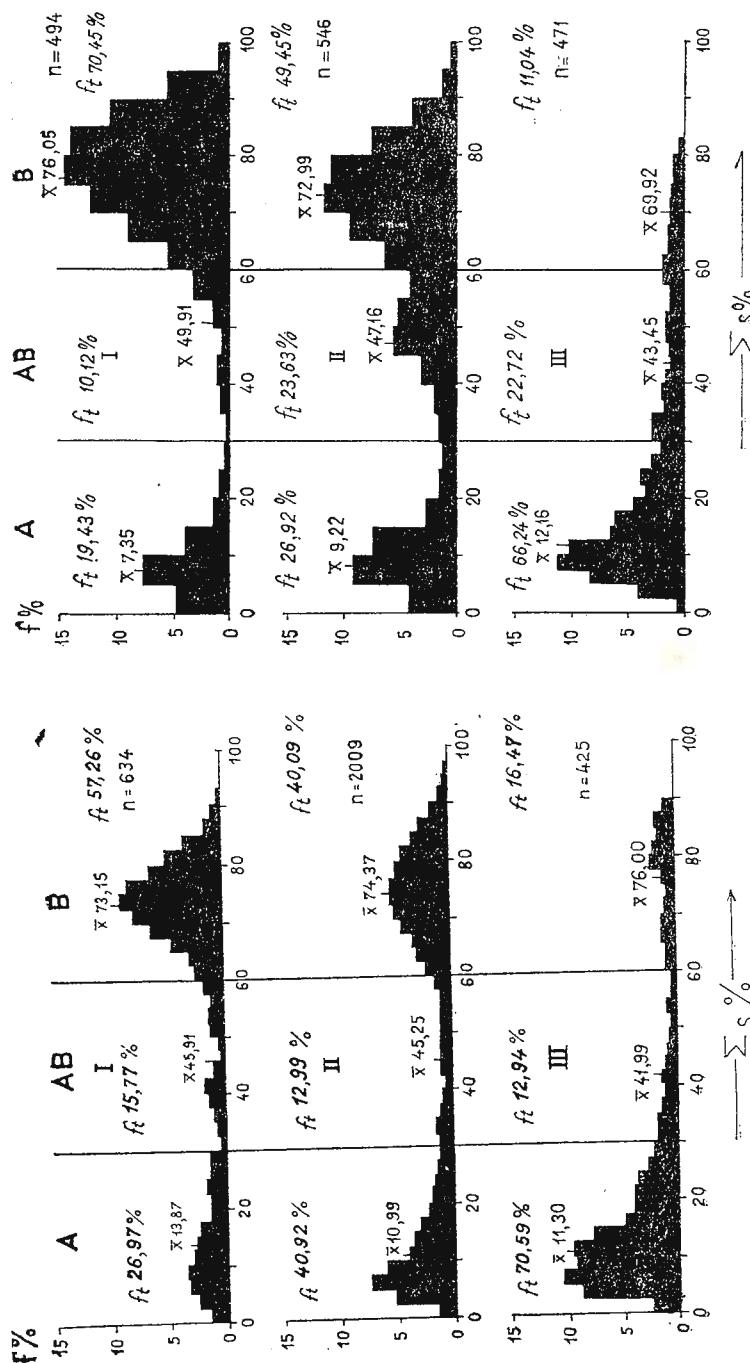


Fig. 9.— Histogramme de frecvență ale tipurilor petrografice de minereu în funcție de creșterea concentrației fracțiunii de sulfuri — $\Sigma s\%$.
 A, AB, B, selecții petrografice; I, II, III, colectivități faciale; a, subpopulația Gura Băii; b, subpopulația Burloaia. Alle simboluri; n , numărul total de cazuri pentru o colectivitate facială dată; $f_t\%$, frecvența relativă a unui tip petrografic de minereu într-un facies dat; \bar{x} , concentrația medie a fracțiunii de sulfuri ($\bar{x} \Sigma s\%$) pentru fiecare tip de minereu într-un facies dat; $f\%$, frecvența relativă a minerurilor în funcție de clasele de concentrare a fracțiunii de sulfuri $\Sigma s\%$.

Histogrammes de fréquence des types pétrographiques de minéraux en fonction de l'augmentation de la concentration de la fraction de sulfures — $\Sigma s\%$.

A, AB, B, sélections pétrographiques ; I, II, III, collectivités faciales ; 1, sub-population Gura-Băii ; 2, sub-population Burloaia. Autres indices : n , nombre total de cas pour une collectivité faciale donnée ; $f_t\%$, fréquence relative d'un type pétrographique de minéraux dans un facies donné ; \bar{x} , concentration moyenne de la fraction de sulfures ($\bar{x} \Sigma s\%$) pour chaque type de minéraux dans un facies donné ; $f\%$, fréquence relative des minéraux en fonction des classes de concentration de la fraction de sulfures $\Sigma s\%$.

vență aproape constantă și redusă în toate cele trei faciesuri (fig. 11 b și d). În ambele subpopulații dinspre faciesul central spre cel lateral, direct proporțional cu descreșterea $\Sigma s\%$, concentrația minereurilor compacte

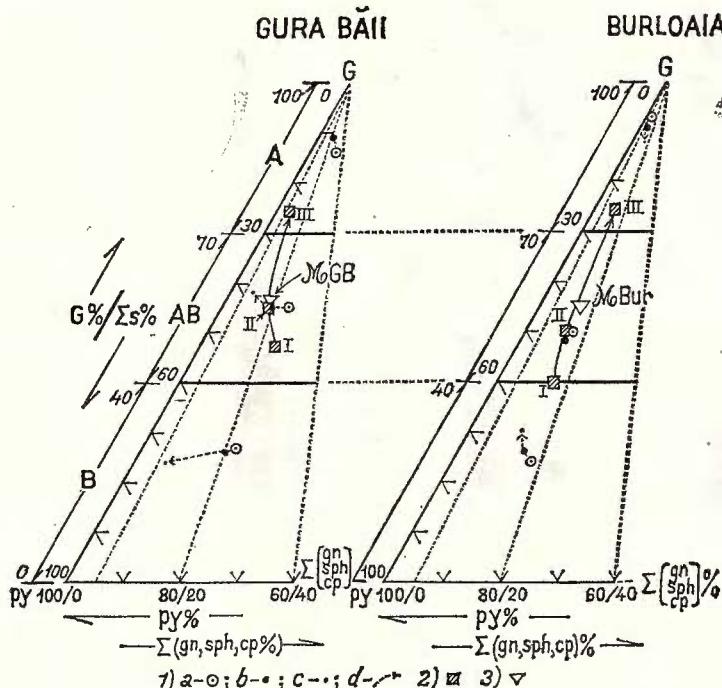


Fig. 10. — Diagrama ternară G-Py- Σ poli pentru minereurile nivelului Burloaia-Gura Băii.

1, valori medii pe facies pentru fiecare tip petrografic de minereu : a, facies central (I) ; b, facies intermediar (II) ; c, facies marginal (III) ; d, sensul de evoluție din faciesul central spre cel marginal (tendință medie); 2, valori medii pe facies ; I, II, III, simbolurile faciesurilor ; 3, valori medii pe subpopulație, pentru Gura Băii, respectiv Burloaia.

Diagramme ternaire G-Py- Σ poly pour les minéraux du niveau Burloaia-Gura Băii.

1, valeurs moyennes par faciès pour chaque type pétrographique de minéral : a, faciès central (I) ; b, faciès intermédiaire (II) ; c, faciès marginal (III) ; d, sens d'évolution du faciès central vers celui marginal (tendance moyenne); 2, valeurs moyennes par faciès ; I, II, III, indices des faciès ; 3, valeurs moyennes par sub-population, pour Gura Băii, notamment Burloaia.

scade liniar; concomitent, concentrația minereurilor de diseminare crește (fig. 11 b și d).

Se demonstrează astfel cea mai generală modificare pe care o suferă mineralizațiile nivelului Burloaia-Gura Băii dinspre faciesul central spre

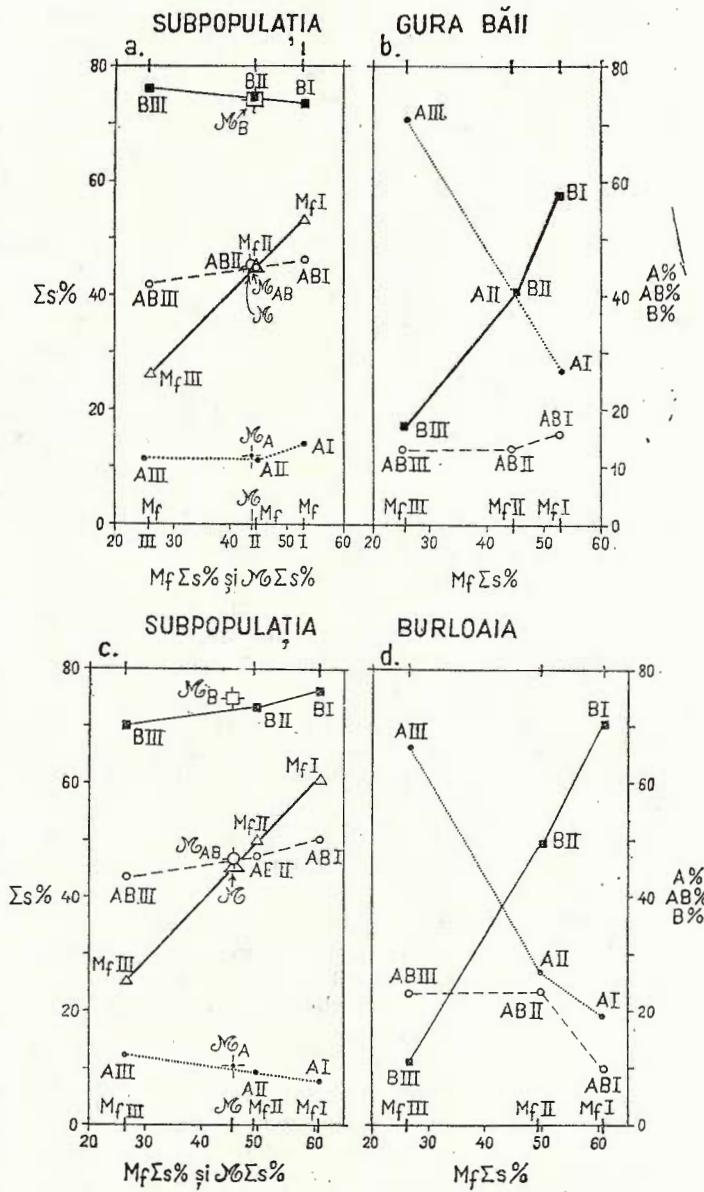
Fig. 11. — Relațiile de concentrare medie a fracțiunii de sulfuri în cadrul tipurilor de minereu, faciesurilor și subpopulațiilor și relațiile dintre concentrarea medie pe facies a fracțiunii de sulfuri și frecvența tipurilor de minereuri.

A, AB, B, tipurile petrografice de minereu; I, II, III, faciesurile; $M_f \Sigma s\%$, media pe facies a sumei de sulfuri; $M \Sigma s\%$, media pe subpopulație a sumei de sulfuri. 1, valori medii pe tipuri petrografice în cadrul fiecărui facies în parte: a, minereuri compacte; b, minereuri precompacte; c, minereuri de diseminare. 2, valori medii pe subpopulație: a, minereu compact; b, minereu precompact; c, minereu de diseminare. 3, valori medii pe facies; 4, valori medii pe subpopulație.

Les relations de concentration moyenne de la fraction de sulfures dans le cadre des types de mineraux, des facies et des subpopulations et les relations entre la concentration moyenne par facies de la fraction de sulfures et la fréquence des types de mineraux.

A, AB, B, les types pétrographiques de mineraux; I, II, III, les facies; $M_f \Sigma s\%$, la moyenne par facies de la somme des sulfures;

$M \Sigma s\%$, la moyenne par sub-population de la somme des sulfures. 1, valeurs moyennes par types pétrographiques dans le cadre du chaque facies à part: a, mineraux massifs; b, mineraux pré-massifs; c, mineraux de dissémination. 2, valeurs moyennes par sub-population: a, minerau massif; b, minerau pré-massif; c, minerau de dissémination. 3, valeurs moyennes par facies; 4, valeurs moyennes par sub-population.



1) a—■; b—○; c—△; 2) a—MG_B; b—MG_AB; c—MG_A; 3) △—4) MGΔ



cel marginal, și anume trecerea minereurilor compacte în minereuri de diseminare. Se cere subliniat că această modificare afectează doar secvența în ansamblu; tipurile petrografice de minereu nu suferă modificări esențiale, deoarece concentrația medie a $\Sigma s\%$ din fiecare tip de minereu în parte rămîne constantă, așa cum deja s-a arătat.

Concentrația constantă și redusă a minereurilor precompacte în toate faciesurile arată că variația valorii concentrației medii pe faciesuri a $\Sigma s\%$ este generată de schimbarea raporturilor de concentrare dintre minereurile compacte și de diseminare, în sensul precizat mai sus.

Astfel, în faciesurile intermediare, deși concentrația medie a $\Sigma s\%$ este egală cu cea din minereurile precompacte, ea este expresia participării egale în cadrul secvenței mineralizate a minereurilor de diseminare și compacte și nu a predominanței minereurilor precompacte. Această observație este valabilă și pentru concentrația medie pe subpopulație a $\Sigma s\%$. În acest mod trebuie interpretate valorile medii ale $\Sigma s\%$ pe faciesuri și respectiv pe subpopulații, care sunt proiectate în diagrama din figura 9. În această figură se constată că faciesul central din Burloaia este caracterizat de o concentrație medie a sulfurilor corespunzătoare minereurilor compacte, spre deosebire de centralul din Gura Băii a cărei compozitie medie se situează în domeniul minereurilor precompacte. Această situație este generată de abundența mai mare a minereurilor de diseminare în centralul din Gura Băii, fapt constatat și prin observațiile de teren, sintetizate în figura 6. În continuare evoluția minereurilor este similară în faciesurile intermediare și marginale ale celor două subpopulații.

Concentrația mineralelor principale — pirită, blendă, galenă și calcopirită — în minereuri și concentrarea lor relativă în fracțiunea de sulfuri este precizată în detaliu sub formă de valori medii în tabelul 1.

Din analiza valorilor din acest tabel se constată că concentrația relativă a piritei în fracțiunea de sulfuri este cuprinsă, în toate tipurile de minereuri și în toate faciesurile, între 60 și 90 %. Astfel, minereurile celor două subpopulații aparțin prin trăsăturile lor medii sorturilor piroz polimetalic cu tendințe piro-polimetale (fig. 10), în faciesul central (I) și piritifere, în cel marginal (III).

Concentrația relativă a piritei crește în fracțiunea de sulfuri în toate tipurile de minereuri dinspre faciesul central spre cel marginal, indicând scăderea celorlalte sulfuri, deoarece așa cum s-a văzut concentrația medie a $\Sigma s\%$ rămîne neschimbată.

În Gura Băii concentrația piritei în fracțiunea de sulfuri crește progresiv din minereurile de diseminare spre cele compacte, în toate faciesurile; în Burloaia situația este exact inversă.

Concentrația relativă a blendei și galenei rămîne aproape constantă între minereurile de diseminare și compacte, situate în același facies din Gura Băii; în Burloaia, în aceleași situații, concentrațiile relative ale celor două sulfuri cresc progresiv dinspre minereurile de diseminare spre cele compacte.

Concentrația relativă a blendei și galenei, considerată pe tipuri de minereu și global pe facies, scade mult din faciesurile centrale în cele marginale ale ambelor subpopulații.

Concentrația relativă a calcopiritei are valoarea minimă în minereurile compacte, în toate faciesurile din ambele subpopulații. Concentrația relativă maximă este: în Gura Băii, în minereurile precompacte, iar în Burloaia, în minereurile de diseminare.

Calcopirita înregistrează o creștere a concentrației relative pe facies din central în marginal, pentru Burloaia, și o ușoară descreștere în același sens, în Gura Băii.

Atât în Burloaia, cât și în Gura Băii, considerind valorile medii pe facies, concentrația însumată a blendei și galenei este mai mare ca cea a calcopiritei în faciesurile centrale și intermediare; în faciesurile marginale concentrația calcopiritei depășește concentrația însumată a blendei și galenei.

Sintetizând caracterele de detaliu prezentate, se pot extrage cîteva tendințe generale observate la cele două succesiuni de faciesuri. Vom alege ca sens de raportare trecerea din faciesul central în cel marginal. În această direcție se constată următoarele: valoarea concentrației blendei și galenei scade puternic (de cca 5 la 6 ori); concentrația calcopiritei ori scade foarte slab (tendință de tip Gura Băii), ori crește relativ (tendință de tip Burloaia); concentrația piritei crește; însumate, aceste tendințe conduc la schimbarea caracterului asociației sulfurilor, de la piro-poli-metalic (Gura-Băii) sau piritos polinetalic (Burloaia) se trece la un caracter piritos cuprifer sau chiar piritifer.

În continuare se cere subliniat că, deși există unele particularități în concentrarea de detaliu observate în principal la calcopirită, între Gura Băii și Burloaia concentrația medie pe subpopulație pentru cele două succesiuni de fațiesuri a celor patru sulfuri — pirită, blendă, galenă, calcopirită — este practic egală între Burloaia și Gura Băii. Acest fapt ne face să considerăm că atât comportamentul general al concentrării sulfurilor, cât și media concentrației lor pentru cele două subpopulații sunt reprezentative pentru populație în ansamblul ei.

b. Analiza chimismului parțial al fractiunii de sulfuri din minereuri. În cadrul acestei analize au fost urmărite legile de distribuție, concentrațiile medii și corelațiile binare ale elementelor chimice studiate.

Legile de distribuție ale elementelor chimice în minereuri. Verificarea coincidenței parametrilor de distribuție ai elementelor chimice cu cei teoretici a fost testată cu ajutorul programului REPA (Dimitriu, 1971¹⁴).

Au fost întîlnite următoarele legi de distribuție: normală, lognormală și Poisson. O parte din cazuri nu se verifică prin nici o lege de distribuție, dar prezintă tendință de distribuție după legea normală sau lognormală, de care diferă prin valorile mai mari pentru asimetrie sau exces, ori ambele.

În tabelul 2 și b sunt prezentate, pe tipuri petrografice de minereuri și pe faciesuri, legile de distribuție obținute pentru elementele chimice studiate.

¹⁴ Arh. I. G., București.

TABELUL 2
Legile de distribuție ale elementelor chimice în minerurile nivelului Burloaia—Gura Băii

Legea	Facies	Tip minereu	I			II			III			Total			
			A	AB	B	nr. cauzuri	A	AB	B	nr. cauzuri	A		AB	B	nr. cauzuri
			—	Fe	S	2	—	Fe _s	S Fe _s	3	—		Fe	S	4
Normală	Zn Sn Pb Cu	Sn	Sn	6	Zn Gu	—	—	2	Sn	Zn Sn Pb Ag Cu	—	7	15		
Lognormală	S Fe _s Ag	Zn Pb	Fe _s Ag	9	S, Fe _s Ag	Zn Pb Ag Cu	11	S Fe _s	—	—	—	—	—		
Asimetrică, apropiată de normală	—	Cu	Gu	—	Pb	S Cu	—	Zn Ag Pb Au Cu	—	—	—	—	22		
Asimetrică, apropiată de lognormală	—	Ag	—	—	—	—	—	Zn Ag Pb Au Cu	—	—	—	—	18		
Alte legi	Au	Au	Au	3	Au	Au	3	Au	Au	Au	Au	2	8		

Legea	Facies	Tip minereu	I			II			III			Total			
			A	AB	B	nr. cauzuri	A	AB	B	nr. cauzuri	A		AB	B	nr. cauzuri
			—	Au Zn Ag S Pb Fe	S Fe	8	—	S Fe Ag Zn	S Fe	7	—		S Fe	S Fe Cu Sn	6
Normală	Zn	Au Ag S Pb Fe	Pb Zn Cu Sn	17	S Fe Zn	S Fe Cu Sn	12	Au Ag Sn Cu	—	Sn Zn	—	—			
Lognormală	—	Au Ag S Fe	Pb Zn Cu Sn	—	S Fe	S Fe	6	—	S Fe	Cu Sn	6	38			
Normală și lognormală	—	Au Ag S Fe	Pb Zn Cu Sn	8	—	Ag Sn Pb	—	—	—	Sn Pb Zn	9	—			
Asimetrică, apropiată de normală	Au S Fe	Cu Pb	—	6	S Fe	Ag Pb	6	S Cu	—	—	—	—			
Asimetrică, apropiată de lognormală	Au Cu	—	Ag	4	Ag Pb	Zn	6	Fe Pb	—	—	—	—			
Alte legi	—	—	—	—	—	—	—	Au	—	2	—	2			

b — Subpopulația Burloaia

I, II, III — colectivități faciale; A, AB și B — selecții petrografice.



În general se constată că predomină legea lognormală, observație care pare să fie o trăsătură generală a minereurilor de acest tip din seria de Tulgheș, așa cum rezultă din datele prezentate de Kräutner et al. (1970), Bainton et al. (1976).

În ceea ce privește cazurile pe care le discutăm în lucrarea de față, nu am observat o influență clară a poziției faciale în care se află minereurile asupra tendințelor de distribuție ale elementelor.

Singura observație mai concluzionată pare să fie dependența distribuției de concentrarea elementului. Astfel, în minereurile în care un element are concentrația maximă acesta tinde să se distribuie după legea normală. Exemplul celei mai clare sătul și fierul din sulfuri care prezintă distribuții normale în minereurile compacte și distribuții lognormale în minereurile de diseminare.

În favoarea observației de mai sus este și constatarea că legea normală apare cel mai des în minereurile compacte, iar cea lognormală, în minereurile de diseminare.

O altă trăsătură de ordin general este distribuția cuprului numai după legea lognormală, indiferent de tipul de minereu și de faciesul în care se află.

Caracterul practic al cercetării legilor de distribuție rezidă în principal din necesitatea de a adopta media concentrației unui element chimic corespunzător tipului de distribuție a valorilor discrete folosite.

Concentrația medie a elementelor chimice în fracțiunea de sulfuri a minereurilor. Datele privitoare la acest parametru geochimic sunt prezentate în tabelul 3 a și b.

Variațiile concentrațiilor medii pe tipuri de minereu în cadrul faciesurilor, cît și a concentrațiilor medii pe faciesuri pentru cele două subpopulații sunt figurate în detaliu în diagramele din figura 12.

Se poate constata astfel că Pb și Zn în toate faciesurile au concentrația maximă în minereurile compacte și minimă în cele de diseminare. De asemenea, cele două elemente, în toate tipurile de minereu și ca medie pe facies, descresc gradat din faciesul central spre cel marginal unde înregistrează concentrațiile minime.

Acest tip de comportament îl prezintă și elementele Au și Ag (tab. 3a și b).

Cuprul manifestă în general concentrația maximă în minereurile precompacte sau compacte; concentrația minimă se înregistrează în minereurile de diseminare.

În evoluția concentrației cuprului în cadrul faciesurilor se constată diferențe sensibile între subpopulațiile Gura Băii și Burloaia. În Burloaia, în toate tipurile de minereu, precum și ca medie pe facies, concentrația cuprului crește progresiv din faciesul central spre cel marginal, unde se înregistrează concentrațiile maxime. În Gura Băii cuprul marchează o descreștere a concentrației în minerurile de diseminare și precompacte, precum și ca medie pe facies, dinspre central spre marginal, dar concentrația să crește în sensul amintit mai sus, în minereurile compacte. Această din urmă comportare este similară celei observate în Burloaia.

TABEULU 3
Compoziția chimică a minerelor din niveliul Burdoiu-Gura Râului

a - Subpopulația Gura Râului

	1	2		3		A	Ag ppm	1		2		3			
		I		II				I		II		III			
		1	2	1	2			1	2	1	2	1	2		
A	24, 03	20, 93	8, 04	208	813	301		19, 42	9, 19	13, 99	61	122	39		
0,10 - 158, 2	0, 10 - 548, 1	0, 20 - 72, 60					0,10 - 97, 40	1,30 - 62, 00	4, 20 - 34, 60						
AB	77, 24	64, 80	18, 15	58	166	26	Ag ppm	51, 00	40, 39	17, 04	27	67	22		
	16, 00 - 228, 8	1, 60 - 244, 4	0, 64 - 69, 60					11, 00 - 90, 60	5, 40 - 101, 40	8, 20 - 64, 80					
B	74, 35	71, 64	24, 51	376	897	70		62, 70	60, 27	23, 90					
0,10 - 334, 7	0, 10 - 436, 4	1, 24 - 11, 36					6, 50 - 222, 20	0, 80 - 175, 30	14, 40 - 52, 40						
M	61, 35	49, 65	11, 57	636	1876	397		55, 66	41, 61	16, 65	426	397	74		
0,10 - 334, 7	0, 1 - 548, 1	0, 20 - 113, 6					0, 10 - 222, 20	0, 80 - 175, 30	4, 20 - 64, 80						
A	0, 88	0, 37	0, 06	216	921	328		0, 30	0, 27	0, 09					
0,10 - 6, 65	0, 01 - 5, 00	0, 01 - 1, 39					0, 01 - 3, 15	0, 01 - 3, 37	0, 01 - 2, 86						
AB	2, 68	1, 62	0, 46	58	174	26		1, 56	2, 28	0, 18					
Pb %	0, 01 - 11, 20	0, 01 - 8, 40	0, 01 - 0, 47				Pb %	0, 08 - 3, 80	0, 01 - 5, 42	0, 01 - 3, 30					
B	3, 08	2, 09	0, 56	371	918	70		2, 53	2, 32	0, 63					
0,09 - 11, 60	0, 01 - 9, 15	0, 01 - 2, 80					B	0, 03 - 9, 20	0, 01 - 8, 70	0, 01 - 3, 29					
M	2, 27	1, 22	0, 12	645	2013	424		1, 99	1, 42	0, 16					
0,01 - 11, 60	0, 01 - 9, 15	0, 01 - 2, 80					M	0, 01 - 9, 20	0, 01 - 8, 70	0, 01 - 3, 30					
A	1, 45	0, 61	0, 11	216	921	328		0, 56	0, 61	0, 14	113	177	302		
0,01 - 3, 33	0, 01 - 8, 60	0, 01 - 1, 67					A	0, 02 - 11, 06	0, 01 - 6, 80	0, 01 - 6, 10					
AB	4, 74	3, 67	1, 49	58	174	26		2, 75	2, 68	0, 43	39	101	102		
0,06 - 17, 20	0, 01 - 14, 50	0, 02 - 4, 56					Zn %	0, 12 - 7, 05	0, 01 - 8, 43	0, 01 - 7, 74					
B	6, 28	4, 87	1, 22	371	918	70		5, 95	5, 15	2, 66					
0,03 - 16, 50	0, 01 - 21, 00	0, 02 - 6, 45					B	0, 08 - 20, 00	0, 01 - 16, 00	0, 01 - 12, 20					
M	4, 50	2, 80	0, 26	645	2013	424		4, 57	3, 25	0, 36	532	553	459		
0,03 - 17, 20	0, 01 - 21, 00	0, 01 - 6, 45					M	0, 01 - 20, 00	0, 01 - 16, 00	0, 01 - 12, 20					

b - Subpopulația Gura Râului



Institutul Geologic al României

	0, 75	0, 45	0, 20	216	921	328		0, 14	0, 14	0, 14	0, 14	
	A	0, 01-5, 00	0, 01-5, 42	0, 01-5, 15	58	174	26	A	0, 01-4, 62	0, 01-1, 52	0, 01-4, 31	
Cu	AB	1, 64	1, 18	1, 12	0, 02-4, 54	0, 02-4, 54	0, 01-2, 16	AB	0, 59	0, 61	1, 86	
%	B	0, 19-9, 55	0, 01-9, 30	0, 01-9, 55	0, 01-9, 31	0, 01-9, 31	0, 01-5, 00	%	0, 03-5, 06	0, 03-5, 06	39	
M	A	1, 11	0, 95	1, 31	371	918	70	B	0, 40	0, 70	1, 75	
	B	0, 04-8, 75	0, 02-14, 30	0, 04-4, 45	0, 46	645	2013				0, 01-5, 90	
	M	1, 04	0, 78	0, 46	0, 01-5, 15	424		M	0, 35	0, 49	1, 33	
	A	0, 03-9, 55	0, 01-14, 30	0, 01-5, 15	6, 68	7, 10		M	0, 01-5, 00	0, 01-5, 00	0, 01-5, 90	
	B	8, 41	6, 68	7, 10	216	921	328	A	5, 44	7, 06	6, 15	
	A	0, 31-20, 20	0, 19-20, 50	0, 37-20, 60	30, 80-46, 40	371	918	70	A	0, 93-22, 50	0, 24-20, 40	0, 41-15, 30
S	AB	25, 24	25, 63	23, 10	14, 75	645	2013	26	AB	27, 19	25, 18	21, 74
%	B	19, 50-30, 90	17, 36-31, 80	20, 35-30, 90	36, 79	39, 44		S	21, 10-31, 00	16, 95-31, 00	13, 92-30, 90	
M	A	35, 18	36, 79	35, 44	30, 80-46, 40	371	918	70	B	25, 50-48, 10	25, 10-49, 20	29, 39-44, 75
	B	24, 30-44, 80	24, 50-51, 00	22, 05	14, 75	645	2013	424	M	29, 75	24, 72	12, 63
	M	0, 31-44, 80	0, 19-51, 00	0, 37-46, 40	5, 57	6, 12-			A	0, 93-48, 10	0, 24-49, 20	0, 41-44, 75
	A	6, 66	5, 57	6, 12-	216	921	328		B	4, 50	5, 85	5, 27
Fe _s	AB	0, 41-17, 58	0, 25-36, 41	0, 31-17, 93	21, 35	58	174	26	A	0, 55-19, 53	0, 20-17, 60	0, 33-13, 31
%	B	19, 23	20, 54	12, 70	15, 77-26, 79	371	918	70	AB	22, 29	20, 64	18, 68
Fe _s	AB	13, 95-25, 00	11, 81-26, 86	11, 77-26, 79	29, 70	33, 33		M	16, 05-25, 86	14, 63-26, 68	11, 22-26, 91	
%	B	13, 91-38, 27	12, 53-44, 37	24, 78-40, 34	21, 35	645	2013	424	B	29, 59	28, 78	29, 29
M	A	19, 82	17, 87	12, 70	0, 11-44, 37	0, 31-40, 34			M	17, 48-39, 63	16, 43-40, 19	23, 27-37, 88
	B	0, 23-38, 27	0, 11-44, 37	0, 31-40, 34	311, 6	223, 9			A			380
Sn	AB	(216, 0)	30, 0-35, 00	10-2800	10-1400	(15)	126	192				205
ppm		(550, 0)	- 559, 2	617, 6	762, 0	(38)	153	46				
B		100, 0-1000, 0	90-2600	10-1400	10-2700							
M		1054, 9	50-8900	357, 9	20-2800, 0							

Coloana 1 : A, AB; și B, selecții petrografice; Coloana 2 : I, II, III, colectivități faciale ; cifrele cursive, valori medii ; cifrele drepte, domeniul de dispersie al valorilor individuale ; coloana 3, numărul de cazuri pentru fiecare categorie de eșantion statistic.



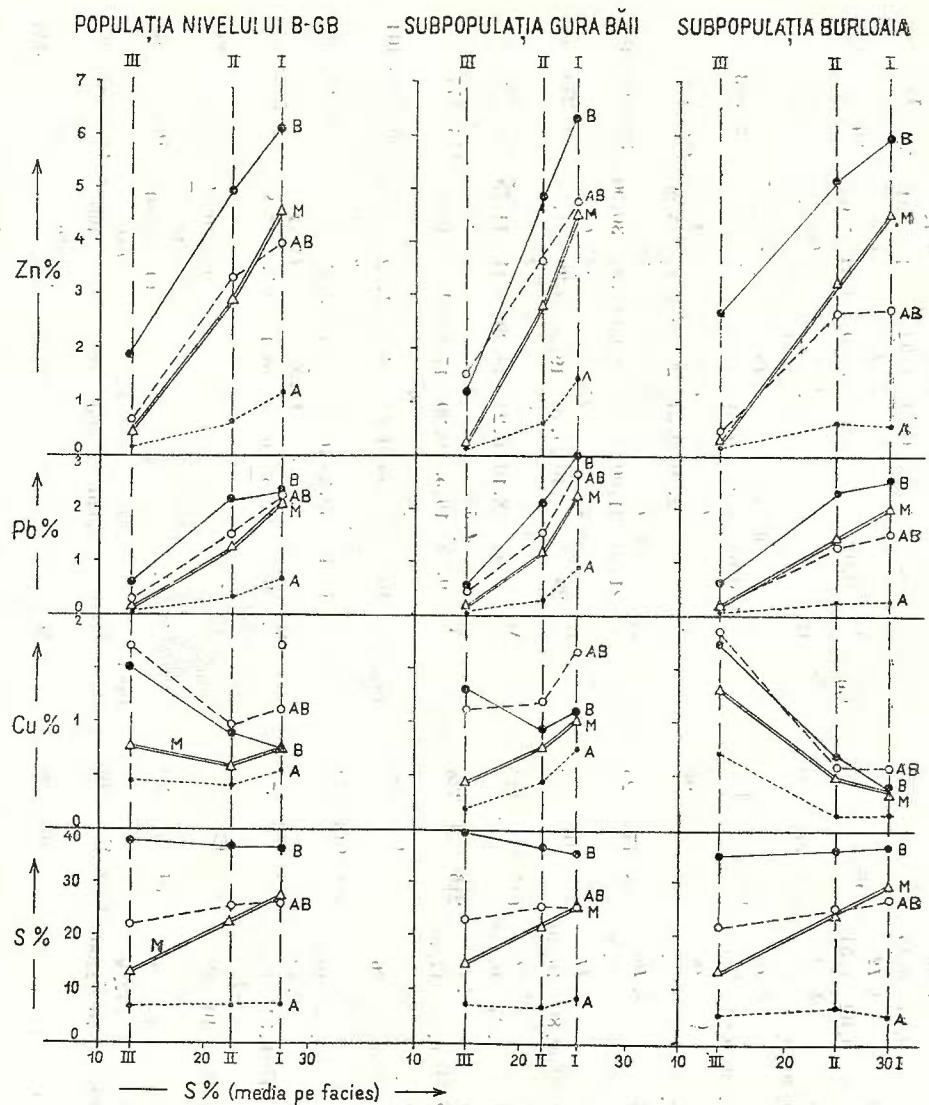


Fig. 12. — Relații de concentrare medie a elementelor chimice pe tipuri petrografice la nivelul faciesurilor din cele două subpopulații și la nivelul întregii populații și concentrația medie pe facies la nivelul celor două subpopulații, comparativ cu întreaga populație, raportate la creșterea concentrației medii pe facies a sulfului.

A, AB, B, tipurile petrografice de minereu; I, II, III, faciesurile; M, media pe întreaga colectivitate facială.

Les relations de concentration moyenne des éléments chimiques par types pétrographiques au niveau des faciès des deux sub-populations et à l'échelle de l'ensemble de la population et la concentration moyenne par faciès au niveau des deux sub-populations par rapport à l'ensemble de la population, rapportées à l'augmentation de la concentration moyenne par faciès du soufre. A, AB, B, les types pétrographiques de minéral; I, II, III, les faciès; M, la moyenne pour l'ensemble collectivité faciale.

Sulful are concentrația minimă în minereurile de diseminare și maximă în cele compacte, la fel ca Zn, Pb, Au, Ag, iar ca medie pe facies descrește puternic din faciesul central spre cel marginal, de asemenea similar cu aceste patru elemente. Concentrația medie a sulfului în cadrul tipurilor de minereu nu suferă variații semnificative dinspre faciesul central spre cel marginal, această trăsătură apropiindu-l mai mult de comportamentul cuprului.

Urmărind variația simultană, ca valori medii pe facies, se constată că suma $Zn + Pb + Cu$ scade gradat și liniar, direct proporțional cu

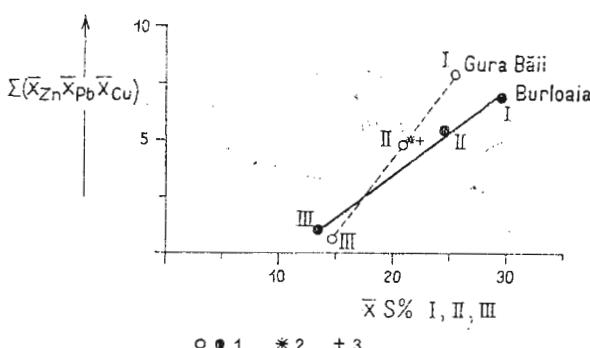


Fig. 13. — Variația facială a concentrației medii pe facies a $\Sigma(Zn, Pb, Cu)$ în funcție de variația corespunzătoare a concentrației medii pe facies pentru S.

1, concentrația medie pe facies : gol, Gura Băii, plin, Burloaia ; 2, valoarea medie pe subpopulația Gura Băii ; 3, valoarea medie pe subpopulația Burloaia ; I, II, III, simbolurile colectivităților faciale.

La variation faciale de la concentration moyenne par faciès de $\Sigma(Zn, Pb, Cu)$ en fonction de la variation correspondante de la concentration moyenne par faciès pour le S.

1, concentration moyenne par faciès : vide, Gura Băii, plein, Burloaia ; 2, valeur moyenne pour la sub-population Gura Băii ; 3, valeur moyenne pour la sub-population Burloaia ; I, II, III, indices des collectivités faciales.

scăderea concentrației medii pe facies a sulfului, din faciesul central spre cel marginal (fig. 13). Astfel, în faciesul central se înregistrează concentrația însumată cea mai ridicată pentru toate elementele chimice, iar în cel marginal cea mai redusă, pentru ambele subpopulații. Ceea ce diferă între cele două subpopulații este rata descreșterii concentrației însumate a Zn, Pb, Cu, care este mai lentă în Burloaia, comparativ cu Gura Băii (fig. 13).

După cum s-a constatat din datele prezentate, precum și din cele expuse în tabelul 3, între succesiunea de faciesuri din Gura Băii și cea echivalentă din Burloaia, deși există o evidentă similitudine, apar și unele diferențe de comportament, în special în ce privește tendința de concen-

trare a cuprului, cît și între concentrațiile de detaliu ale elementelor chimice pe tipuri de minereu și/sau pe faciesuri.

În ideea de a realiza o comparație mai concludentă a chimismului fracțiunii de sulfuri din cele două succesiuni, s-au calculat valorile medii pentru elementele chimice principale — Zn, Pb, Cu și S — la nivel de subpopulații, cît și valorile medii pe faciesuri și tipuri petrografice de minereu la nivelul întregii populații.

Aceste valori sunt figurate în tabelele 4 și 5; ele au fost obținute utilizând toate datele (analize individuale) corespunzătoare nivelenilor de generalitate exprimat.

TABELUL 4

Concentrația medie a elementelor S, Zn, Pb, Cu pe tipuri petrografice de minereuri la nivel de subpopulație și populație și valorile globale la nivelul subpopulațiilor și a întregii populații — nivelul Burloaia-Gura Băii

Categorie statistică	Elemente chimice				Nr. cazuri
	Zn	Pb	Cu	S	
A GB	0,62	0,31	0,44	7,03	1565
A Br	0,36	0,18	0,44	6,28	502
A P	0,54	0,29	0,44	6,81	2067
AB GB	3,69	1,74	1,29	25,48	258
AB Br	1,73	0,86	1,44	24,03	242
AB P	2,75	1,32	1,31	24,67	500
B GB	5,07	2,28	1,01	36,49	1359
B Br	5,38	2,30	0,62	36,55	710
B P	5,17	2,29	0,88	36,51	2069
M GB	2,81	1,29	0,79	21,73	3182
M Br	2,81	1,26	0,70	23,08	1454
M P	2,83	1,29	0,72	21,99	4636

A, minereuri de diseminare; AB, minereuri precompacte; B, minereuri compacte; GB, subpopulația Gura Băii; Br, subpopulația Burloaia; P, populația „nivelul Burloaia-Gura Băii”; M, valori medii pe subpopulație, respectiv pe populație.

Cea mai importantă și generală constatare obținută este egalitatea aproape de identitate a concentrațiilor medii pe subpopulație, pentru Gura Băii și Burloaia, cît și între acestea și valorile medii corespunzătoare pe întreaga populație, pentru concentrațiile elementelor principale Zn, Pb,



TABELUL 5

Concentrația medie a elementelor S, Zn, Pb, Cu pe tipuri petrografice de minereuri în cadrul faciesurilor și global pe facies la nivelul întregii populații Burloaia-Gura Băii

		1			2		
		I	II	III	I	II	III
Zn %	A	1,14	0,61	0,12	329	1098	630
	AB	3,94	3,31	0,64	97	275	128
	B	6,11	4,93	1,85	751	1193	125
	M	4,54	2,91	0,44	1177	2566	883
Pb %	A	0,68	0,30	0,07	329	1098	629
	AB	2,23	1,49	0,24	97	275	129
	B	2,80	2,14	0,60	751	1193	125
	M	2,16	1,28	0,17	1177	2566	882
Cu %	A	0,54	0,40	0,45	329	1098	640
	AB	1,22	0,97	1,71	97	275	130
	B	0,75	0,89	1,50	751	1193	125
	M	0,73	0,69	0,78	1177	2566	895
S %	A	7,39	6,74	6,64	329	1098	640
	AB	26,02	25,46	22,01	97	275	130
	B	36,22	36,59	37,50	751	1193	125
	M	27,32	22,62	13,18	1177	2566	895

A, AB, B, tipurile petrografice de minereu; M, valori medii pe facies; I, II, III, faciesurile nivelului Burloaia-Gura Băii.

Cu, S. Acest fapt este deosebit de semnificativ, interpretând astfel cele două succesiuni de faciesuri ca fiind formate din soluții hidrotermale cu compoziție chimică aproape identică, iar particularitățile observate la aceste succesiuni ca fiind generate de cauze locale care au controlat diferențierea elementelor chimice în cele trei faciesuri; se exclude astfel posibilitatea atribuirii particularităților semnalate unor cauze parentale.

Această identitate de compoziție chimică globală ne face să considerăm că variațiile reliefate la nivelul întregii populații, deși reprezintă un model idealizat, sunt cele mai semnificative pentru modul de variație a concentrației elementelor Zn, Pb, Cu, S, în cadrul celor trei faciesuri.

În figura 13 este prezentată detaliat tendința de concentrare a elementelor principale pe tipuri de minereu din fiecare facies în parte, la nivelul întregii populații, expusă comparativ cu aceleasi situații din cadrul subpopulațiilor Gura Băii și Burloaia.



Se poate remarcă că, în timp ce Zn, Pb și S și-au păstrat comportamentul observat la nivelul subpopulațiilor, variația cuprului s-a atenuat. Astfel, concentrația medie pe facies a cuprului este aproape constantă în cele trei faciesuri. Concentrația medie pe tipuri de minereu evoluează în cadrul faciesurilor în maniera observată la subpopulația Burloaia, cu concentrația minimă în faciesul central și maximă în cel marginal, considerată pentru fiecare tip de minereu în parte.

Credem că acest comportament al concentrației cuprului este reprezentativ pentru întreaga populație, cît și pentru legile genetice care au controlat segregarea laterală a acestui element.

Să întrevăde posibilitatea ca modul de variație al concentrației cuprului observat pe întreaga populație să se verifice și în faciesul marginal din Gura Băii, deoarece dezvoltarea în extindere a acestui facies, în zona Măcărău (fig. 7), prezintă un caracter cuprifer similar marginalului din Burloaia. Datele din zona Măcărău nu au fost preluate în acest studiu, deoarece la timpul inițierii cercetărilor noastre ele erau insuficiente și neuniform-distribuite.

Continuând analiza la nivelul întregii populații, în figura 14 este urmărită relația dintre cea mai semnificativă modificare petrografică produsă de variația facială, și anume trecerea minereurilor compacte în minereu de diseminare din faciesul central în cel marginal, și cea mai semnificativă modificare a chimismului global al fractiunii de sulfuri, și anume variația concentrației medii pe facies (variația facială) a elementelor S, Zn, Pb și Cu.

În acest sens se constată că S, Zn și Pb scad gradat și liniar, direct proporțional cu trecerea minereurilor compacte în minereuri de diseminare, din faciesul central în cel marginal.

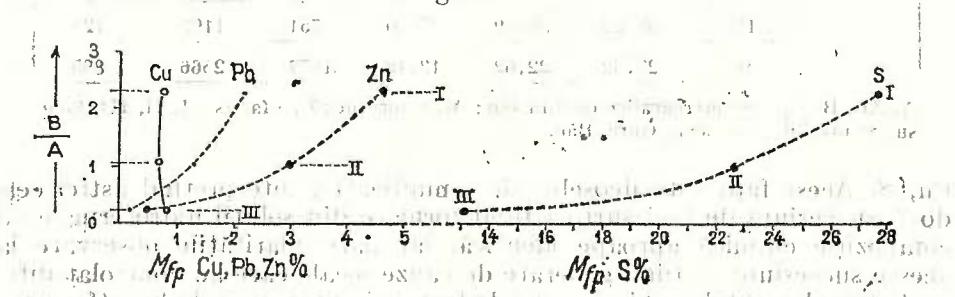


Fig. 14. — Relațiile dintre variația facială a frecvenței minereurilor compacte în raport cu cele de diseminare și concentrația medie pe facies ale Zn, Pb, Cu, S la nivelul întregii populații. B : A, raportul dintre minereurile compacte și cele de diseminare asociate, pentru fiecare facies în parte. I, II, III, simbolurile faciesurilor ; M_{fp} , media pe facies la nivelul întregii populații.

Les relations entre la variation faciale de la fréquence des minéraux massifs par rapport à ceux de dissémination, et les concentrations moyennes par facies du Zn, Pb, Cu, S au niveau de l'entière population.

B : A, le rapport entre les minéraux massifs et ceux de dissémination associés, pour chaque facies à part. I, II, III, indices des facies ; M_{fp} , la moyenne par facies au niveau de l'entière population.

Cuprul, în aceleasi condiții, își păstrează concentrația aproape constantă.

Acest comportament disjunctiv între modul de concentrare și de variație cu faciesul a S, Zn și Pb, comparativ cu cuprul, este cea mai particulară caracteristică a minereurilor de tip Burloaia-Gura Băii, ea nemaifiind reliefată la nici un caz de zăcăminte de origine vulcanogen-sedimentară.

În intenția de a descifra cauzalitatea acestei particularități s-au întocmit diagramele din figura 15. Logica constructivă a acestor diagrame constă în urmărirea simultană a variației concentrației unui element în fiecare tip petrografic de minereu în parte, pe parcursul variației faciale a ponderii minereului respectiv. Datele folosite se situează la nivelul întregii populații. Se urmărește în acest fel surprinderea celei mai generale legități prin care schimbarea concentrării minereurilor controlează evoluția medierilor pe facies-a elementelor chimice, aşa cum a fost constatată în figura 14.

O primă observație comună celor trei exemple o constituie ponderarea foarte redusă și constantă a minereurilor precompacte, care, indiferent de variațiile concentrațiilor elementelor chimice în cadrul lor, nu pot influența media pe facies și deci tendințele generale de concentrare a elementelor.

Urmărind comportamentul elementelor chimice studiate, în minereurile de diseminare și compacte se evidențiază trei cazuri distințte.

Cazul 1. Zincul și plumbul își diminuează concentrația atât în minereurile compacte, cât și în cele de diseminare, progresiv și liniar, direct proporțional cu schimbarea ponderii dintre minereurile compacte în favoarea celor de diseminare, cu trecerea acestor minereuri din faciesul central în cel marginal. Astfel, Zn și Pb au concentrația maximă în tipul de minereu care are ponderația cea mai mare, în faciesul central; în faciesul marginal, Zn și Pb au concentrația minimă în minereurile de diseminare, care în acest facies au concentrația cea mai mare. Datorită acestei conjuncturi media pe facies pentru cele două elemente chimice scade puternic din central spre marginal. Deci, această scădere este generată atât de diminuarea ponderii minereurilor compacte, prin trecerea lor laterală în minereuri de diseminare, cât și de scăderea generală a concentrației celor două elemente în cadrul variației faciale.

Cazul 2. Este observat la comportamentul sulfului, pentru care concentrația rămîne constantă în cele două tipuri de minereu, fără să suferă variații faciale, cu toate că ponderea minereurilor de diseminare și a celor compacte se modifică puternic, aşa cum deja s-a semnalat. În consecință, scăderea concentrației sulfului ca medie pe facies (fig. 14) este impusă de schimbarea raportului dintre minereurile compacte și cele de diseminare, în trecerea acestora din faciesul central în cel marginal.

Cazul 3. Este exemplificat de comportamentul cuprului. Concentrația acestui element crește la minereurile compacte invers proporțional cu ponderea lor în cadrul faciesurilor, iar în minereurile de diseminare rămîne aproximativ constantă.



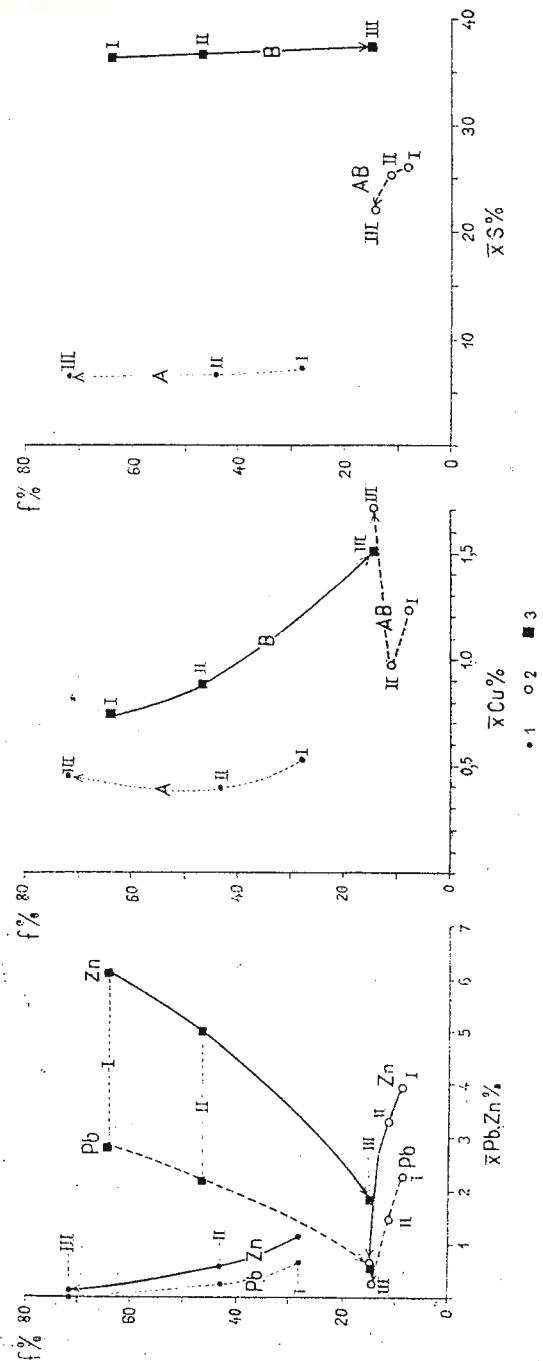


Fig. 15. — Relațiile dintre frecvența tipurilor de minereu pe facies și concentrațiile medi pentru fiecare tip petrografic de minereu în cadrul faciesurilor la nivelul întregii populații pentru elementele Zn, Pb, Cu, S. $f\%$, frecvență relativă a tipurilor de minereu în cadrul faciesurilor; \bar{x} , concentrația medie pe tipuri petrografice de minereu. A, AB, B, simbolurile tipurilor de minereu; I, II, III, simbolurile faciesurilor; 1, punctele figurative pentru minereuri de diseminare; 2, punctele corespunzătoare minereurilor precompacte; 3, punctele corespondente minereurilor compacte. Les relations entre la fréquence des types de mineraux par facies et les concentrations moyennes pour chaque type pétrographique de mineraux dans le cadre des facies au niveau de l'entière population pour les éléments Zn, Pb, Cu, S. $f\%$, la fréquence relative des types de mineraux dans le cadre des facies; \bar{x} , la concentration moyenne par types pétrographiques de mineraux. A, AB, B, indices des types de mineraux; I, II, III, indices des facies; 1, points figuratifs pour des mineraux de dissémination; 2, points corespondant aux mineraux pré-massifs; 3, points correspondant aux mineraux massifs;

În faciesul central concentrația cuprului în minereurile de diseminare este apropiată de cea corespunzătoare minereurilor compacte. Astfel, în acest facies concentrația medie a cuprului nu este nici mult diminuată de prezența minereurilor de diseminare, dar nici mult crescută de predominarea minereurilor compacte. În faciesul marginal concentrația cuprului se menține constantă în minereurile de diseminare, care au și ponderea principală pe facies, și este simțitor crescută în minereurile compacte, compensând în acest fel scăderea concentrației minereurilor compacte în acest facies.

În concluzie, concentrarea laterală a cuprului are un caracter „rezidual”, datorită scăderii accentuate a concentrației celorlalte elemente chimice pe fondul menținerii constante a concentrației cuprului. Cauzațitatea acestui comportament vom încerca să o prezentăm la sfîrșitul acestui studiu.

Ca o subliniere finală, la acest paragraf sunt de reținut în primul rînd variațiile faciale ale concentrațiilor elementelor chimice și factorii purtători ai acestor semnificații — în special variația raportului de concentrare între minereuri — pentru fiecare element în parte, de asemenea identitatea chimică dintre cele două succesiuni considerate la nivelul compoziției chimice globale, cît și tendințele manifestate la nivelul întregii populații.

C o r e l a t i a b i n a r ă a e l e m e n t e l o r c h i m i c e d i n f r a c t i u n e a d e s u l f u r i a m i n e r e u r i l o r . Calculul corelației binare dintre elementele chimice a fost efectuat cu programul CORE (Andăr, 1975¹⁵); rezultatele obținute sunt prezentate în detaliu în tabelul 6.

Din analiza corelațiilor rezultă că pentru ambele subpopulații și în toate faciesurile corelațiile dintre elementele chimice sunt pozitive și semnificative (mai mari ca 0,3) în minereurile de diseminare, cît și pe întreaga colectivitate facială.

În toate faciesurile din ambele subpopulații s-a constatat că, cu trecerea de la minereurile de diseminare la minereurile compacte, corelația se diversifică, schimbîndu-și intensitatea sau semnul, ori ambele, astfel că în minereurile compacte se înregistrează cele mai multe cazuri de corelare negativă.

Se poate deci afirma că tendința corelațiilor dintre elementele chimice este dependentă în principal de tipul de minereu — adică de concentrația fractiunii de sulfuri ($\Sigma s\%$) — și de concentrația elementelor respective. Ultima observație se deduce din faptul că aproape fără excepție elementele chimice studiate au concentrația relativă cea mai ridicată în minereurile compacte, așa cum deja s-a demonstrat.

Variațiile faciale nu influențează corelațiile în interiorul selecțiilor petrografice, ele par să influențeze corelația globală pe facies, dar numai în detaliu eu semnificație mai redusă.

¹⁵ Arh. I.G.G., București.

Cea mai puternică corelație constant pozitivă este înregistrată între S și Fe-sulfuri.

Zincul și plumbul au de asemenea o corelație constant pozitivă și foarte intensă în toate tipurile de minereuri. Ambele elemente în parte manifestă o corelație bună cu argintul.

Cuprul are cea mai diversificată corelație, în special față de Zn și Pb, cu care se corelează pozitiv în minereurile de diseminare, trecind la o corelație slab negativă în minereurile precompacte și compacte din ambele subpopulații.

În general, corelația dintre S și Fe-sulfuri, pe de o parte, și Zn, Pb, Cu, pe de altă parte, este pozitivă în minereurile de diseminare și devine negativă, cu diverse grade de intensitate, în minereurile precompacte și compacte.

Corelațiile arătate de staniu sunt extrem de neregulate și foarte diversificate; în general indică tendință de corelare pozitivă cu cuprul.

Trăsături similare ale corelațiilor dintre elementele chimice ale fracțiunii de sulfuri au obținut K ră u t n e r et al. (1970) și B a l i n t o n i et al. (1976), primii pentru zăcămîntul Fundu Moldovei și ultimii pentru Leșul Ursului.

2. Analiza statistică globală a tendințelor de concentrare în suprafață a elementelor S, Zn, Pb și Cu

Principiul modelului de analiză și modul cum a fost abordat studiul au fost expuse la subiectul B.2. din acest capitol. Vom preciza aici că din cele șapte grade de aproximare ale concentrației în suprafață a elementelor chimice, pentru prezentarea ce urmează au fost selectate numai cele corespunzătoare aproximățiilor de gradul III și V.

Pentru ușurarea expunerii vom analiza separat rezultatele obținute pentru Gura Băii de cele din Burloaia.

a. Subpopulația Gura Băii. Planul de situație geologică și hărțile aproximățiilor de gradul III și V sunt expuse în planșele I, II și III.

Din aceste planșe se constată că elementele S, Zn și Pb arată tendințe similare de concentrare pentru ambele grade de aproximare. Ele formează un maxim conjugat, clar pus în evidență de către aproximățiile de gradul III (planșele II 1, 2 și 3).

Acest maxim se situează în interiorul conturului adoptat pentru faciesul central, în cadrul analizei defalcate. Limitele de demarcație cartografică a faciesurilor sunt precizate în planșa I.

Acest maxim conjugat îl interpretăm ca reprezentând poziția centrului de aport, pe baza coincidenței concentrațiilor celor mai ridicate pentru elementele indicatoare ale faciesului central, aşa cum au fost puse în evidență de analiza statistică defalcată. De la acest maxim, concentrațiile pentru S, Zn și Pb scad gradat, liniile de echiconținut prezentând o formă circulară pentru aproximățiile de gradul III, similară cu modul în care am reprezentat forma faciesurilor într-o lucrare anterioară (Z i n c e n c o et al., 1973).



Rata descreșterii conținuturilor pentru cele trei elemente chimice confirmă de asemenea rezultatele analizei statistice defalcate, indicând în mod concret scăderea concentrațiilor acestora dinspre faciesul central spre cel marginal.

Cuprul are o comportare clar diferită, marcată în primul rînd prin concentrarea sa disjunctivă față de cea a elementelor indicatoare ale faciesului central, și anume S, Zn, Pb.

Forma inflexiunilor curbelor de echiconcentrație și rata lentă a variațiilor de concentrație diferențiază comportamentul cuprului față de celorlalte elemente.

Concentrarea laterală a cuprului în faciesul marginal, în care S, Zn și Pb au concentrațiile cele mai scăzute, este de asemenea evidențiată.

Toate aceste caracteristici se mențin și pe hărțile aproximățiilor de gradul V, care în plus sugerează posibilitatea ca la est de centrul Gura Băii să mai existe un centru similar, situat în zona Colbu-Lucâceasa. Dacă situația este așa, atunci succesiunile de faciesuri ale celor două centre se interferă la nivelul caracterelor faciesului intermedian.

Este important de subliniat că tranzitia din faciesul central la faciesul marginal se realizează în Gura Băii pe o distanță de aproximativ 800 m.

b. *Subpopulația Burloaia*. Planul de situație geologică cu demararea faciesurilor, așa cum au fost folosite în analiza statistică defalcată, este prezentat în planșa IV. Hărțile aproximățiilor de ordinul III, în planșele V, iar cele pentru aproximățiile de ordinul V, în planșele VI.

Imaginiile obținute pentru această subpopulație sunt cu ceva mai confuze. În primul rînd, pentru că faciesul marginal nu a putut fi preluat integral în calcule, fiind despărțit tectonic de restul succesiunii. În al doilea rînd, datorită individualizării mai multor centre de aport, dispuse satelit față de centrul principal, recunoscute și cartografic după asociatia minereurilor din secvența singenie.

Dar, ca și în cazul subpopulației Gura Băii, se evidențiază comportamentul disjunctiv al concentrațiilor cuprului față de cele ale elementelor chimice indicatoare ale faciesului central S, Zn și Pb.

Hărțile de tendințe obținute sugerează existența unui centru principal de aport, acompaniat de trei centre satelit, dintre acestea din urmă unul situindu-se în suprafața de proiecție.

Caracterele minereurilor situate între aceste centre sunt cele indicate de faciesul intermedian.

În concluzie, comparind rezultatele obținute prin modelul analizei globale a concentrațiilor în suprafață a elementelor S, Zn, Pb și Cu, pentru cele două subpopulații, se constată că ele au confirmat teoria zonalității faciale cu implicațiile ei privind concentrațiile elementelor chimice studiate, aducând în plus dovezi concrete și suplimentare modelului genetic adoptat la explicarea genezei faciesurilor.

D. Analiza statistică complexă a populației Dealul Bucătii

1. Analiza statistică defalcată

a. *Analiza compoziției mineralogice normative a fracțiunii de sulfuri din minereuri.* Datele utilizate în acest paragraf au fost furnizate de programul de calcul ASUN. Ele sunt sintetizate și prezentate sub formă de valori medii în tabelul 7.

TABELUL 7

Compoziția mineralologică normativă a fracțiunii de sulfuri din minereurile nivelului Dealul Bucătii

	A	AB	B	
N	6384	167	50	
n %	96,71	2,35	0,76	
$\bar{x}\Sigma s$ %	5,53	42,44	70,09	
$\frac{x}{\Sigma s}$ %	py sph gn cp	76,67 13,75 7,05 2,59	58,93 27,85 10,70 2,52	69,81 20,55 7,50 2,14

A, AB, B, selecții petrografice; N, numărul de cazuri pentru fiecare eșantion statistic; n %, frecvența relativă a tipurilor petrografice de minereu; $\bar{x}\Sigma s$ %, concentrația medie a fracțiunii de sulfuri în minereuri; $\frac{x}{\Sigma s}$ %, concentrația relativă în fracțiunea de sulfuri pentru: py, pirită; sph,blendă; gn, galenă; cp, calcopirită.

În figura 16 este prezentată histograma de frecvență a tipurilor petrografice de minereuri. Din această reprezentare apăr evident că minereurile de diseminare formează aproape singurul termen petrografic al nivelului, minereurile precocompakte și compacte având o participare numai de interes științific (insumat 3%).

Aceste caractere confirmă observațiile noastre de teren prezentate în capitolul II, subpunctul C.2., și deosebesc net aceste minereuri de cele ale nivelului Burloaia-Gura Băii. Reamintim că în nivelul Dealul Bucătii sunt prezente aproape în exclusivitate minereuri de tip epigenetic (de impregnație în roci preexistente).

Concentrația medie a Σs % în minereurile de diseminare este foarte redusă, aproximativ jumătate din cea întâlnită în minereurile nivelului Burloaia-Gura Băii, dar concentrația sumei de sulfuri în minereurile precocompakte și compacte este similară.

Distribuția sumei de sulfuri pe clase de frecvență în minereurile de diseminare și în ansamblu pe subpopulație este de tip hiperbolie.

Din punctul de vedere al concentrației relative a pîritei, blendei, galenei și calcopiritei în fracțiunea de sulfuri, toate cele trei tipuri de mi-



nereuri se încadrează în sortul pirito-zinco-plumbifer, avind concentrația piritei cuprinsă între 80 și 50%.

Concentrația piritei scade din minereurile de diseminare spre cele compacte, în același sens concentrațiile blendei și galenei cresc, iar cea a calcopiritei rămîne constantă și la valori de concentrare foarte scăzută (tab. 7).

Nici unul dintre minereurile nivelului de Dealul Bucătii nu are corespondent între cele ale nivelului Burloaia-Gura Băii, în ceea ce privește trăsăturile concentrației relative a sulfurilor în fracțiunea de sulfuri.

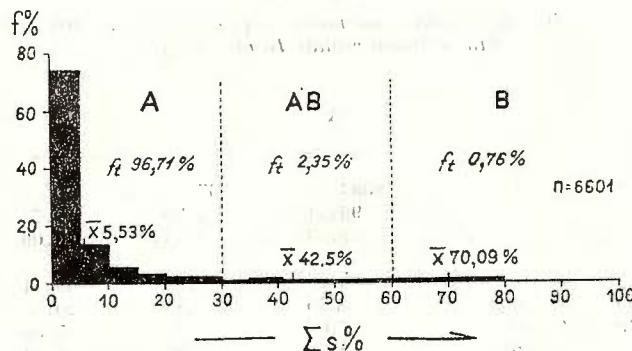


Fig. 16. — Histograma de frecvență a tipurilor de minereuri în funcție de creșterea concentrației fracțiunii de sulfuri în minereuri pentru nivelul Dealul Bucătii.

$f\%$, frecvența relativă; $s\%$, concentrația fracțiunii de sulfuri din minereuri; f_i , frecvența cumulată a minereurilor de diseminare, precompacte și compacte; \bar{x} , concentrația medie a $\Sigma s\%$ pentru fie-

care tip petrografic de minereu; n , numărul total de cazuri.

Histogramme de fréquence des types de minéraux en fonction de l'augmentation de la concentration de la fraction de sulfures en minéraux pour le niveau Dealul Bucătii.

$f\%$, fréquence relative; $s\%$, concentration de la fraction de sulfures des minéraux; f_i , fréquence cumulée des minéraux de dissémination, pré-massifs et massifs; \bar{x} , concentration moyenne du $\Sigma s\%$ pour chaque type pétrographique de minéral; n , nombre total de cas.

În general, prin caracterile sale nivelul de Dealul Bucătii nu are corespondent între minereurile stratiforme metamorfozate cunoscute în Carpații Orientali.

b. *Analiza statistică a compoziției chimice parțiale a fracțiunii de sulfuri.* În cadrul acestei analize, similar ca și pentru populația Burloaia-Gura Băii, s-au urmărit parametrii distribuției statistice a elementelor chimice, concentrația medie a elementelor și corelațiile binare dintre elementele chimice.

Legile de distribuție ale elementelor chimice. Verificarea coincidenței distribuțiilor naturale cu cele teoretice a fost rea-

lizată cu programul REPA. Datele obținute sunt sintetizate în dealiu în tabelul 8.

Regula observată la minereurile nivelului Burloaia-Gura Băii este valabilă și în acest caz, și anume odată cu creșterea concentrației elementelor chimice ele tind să se distribue după legea normală.

Astfel, în minereurile compacte din subpopulația Dealul Bucătii s-a înregistrat cea mai bună coincidență a distribuțiilor naturale cu cele teoretice.

Elementele S, Fe-sulfuri, Au, Ag, Cd se verifică atât normal, cît și lognormal; Cu și Sn au distribuție lognormală, iar Zn și Pb tendința de a se distribui normal.

În minereurile precompacte tipurile de distribuție se diversifică. Sulful se distribuează normal și lognormal; Zn și Fe-sulfuri se verifică normal; Cu, Sn, Ag și Au au distribuții lognormale. În aceste minereuri doar plumbul se verifică parțial după legea normală.

În minereurile de diseminare nici un element nu se verifică după legile testate. Această situație este generată de frecvența foarte mare a valorilor cu concentrația scăzută, comparativ cu domeniul de împrăștiere a valorilor individuale.

La nivel de subpopulație situația este similară celei din selecția minereuri de diseminare; în consecință, cauza neverificării legilor de distribuție este aceeași.

Concentrația medie a elementelor chimice cercetațe. Valorile concentrațiilor medii ale elementelor și tipul de medii adoptate sunt prezentate în tabelul 8.

Prima constatare o reprezintă faptul că pentru toate elementele chimice concentrația crește progresiv, de la minereurile de diseminare, în care aceasta este minimă, spre minereurile compacte, în care este maximă.

Dar mediile pe subpopulație ale tuturor elementelor chimice sunt foarte apropiate de cele înregistrate în minereurile de diseminare, datează predominantă nete a acestor minereuri.

Dacă comparăm compoziția chimică a minereurilor din subpopulația Dealul Bucătii cu cea observată pentru minereurile corespondente petrografic din subpopulațiile Burloaia și Gura Băii (tab. 4), precum și mediile pe subpopulații (tab. 4 și 8) apare evident că minereurile nivelului Dealul Bucătii nu au nici un echivalent chimic între cele din nivelul Burloaia-Gura Băii, iar compoziția chimică globală pe subpopulații este de asemenea net diferită.

În tabelul 9 sunt precizate raporturile $Zn : Pb$, $Zn : Cu$, $Pb : Cu$ și $S : (Zn + Pb + Cu)$ la nivel de valori medii pe subpopulații pentru Gura Băii, Burloaia și Dealul Bucătii.

Din datele inscrise în tabel apare clar identitatea dintre subpopulațiile nivelului de Burloaia-Gura Băii și diferența netă dintre acestea și subpopulația Dealul Bucătii.

În concluzie, minereurile din cele două nivele cu sulfuri — Burloaia-Gura Băii și Dealul Bucătii — sunt complet deosebite și din punctul de

TABELA

Parametrii distribuției statistice a elementelor

	B. MINEREU COMPACT								AB. MINEREU PRECOMPACT							
	N	x_{\min}	x_{\max}	\bar{x}	s	$V\%$	A'	E	N	x_{\min}	x_{\max}	\bar{x}	s	$V\%$	A'	E
				\bar{x}_{ign}	s_{ign}	V'_{ign}	A'_{ign}	E_{ign}				\bar{x}_{ign}	s_{ign}	V'_{ign}	A'_{ign}	E_{ign}
S %	50	21,60	51,52	32,12 32,12	5,39 5,16	17	3,01 1,45	3,00 2,37	167	8,99	31,70	18,21 18,27	5,04 5,31	28 29	1,80 -0,64	-0,88 -2,18
Cu %	50	0,01	3,44	0,48 0,52	0,61 0,85	126	7,93 -0,78	12,38 -0,58	166	0,01	4,05	0,32 0,37	0,43 0,67	132 182	27,81 -1,67	98,53 -0,89
Pb %	50	0,01	17,68	4,56 6,82	3,64 15,46	80	3,42 -4,38	1,65 4,80	167	0,01	13,60	3,93 5,99	2,71 13,17	69 220	4,47 -8,81	1,15 8,48
Zn %	50	0,09	35,80	9,66 13,43	7,25 26,65	75	3,62 -3,74	2,00 1,66	167	0,02	21,80	7,93 12,78	4,90 29,48	62 231	2,49 -11,25	-0,91 11,46
Fe _s %	50	6,78	44,17	23,24 23,28	7,15 8,20	31	1,22 -1,93	1,74 1,42	167	0,33	27,28	11,97 12,55	5,54 8,64	46 69	0,89 -7,77	-0,77 9,51
Au ppm	47	0,10	2,80	0,87 0,91	0,61 0,87	71	2,64 -0,70	0,63 -1,56	155	0,10	8,00	0,68 0,68	0,83 0,71	21 104	30,33 1,43	166,65 -0,73
Ag ppm	47	6,60	284,4	115,44 134,04	73,81 167,80	64	1,83 -2,74	-0,60 0,12	155	2,40	572,0	119,31 139,13	107,47 211,70	90 52	10,59 -4,27	11,71 2,41
Sn ppm	34	0,02	0,80	0,27 0,29	0,19 0,26	69	3,24 -0,83	2,00 -0,42	66	0,01	1,00	0,19 0,21	0,19 0,34	105 162	7,91 -0,41	10,21 -1,22
Cd ppm	29	0,01	2,00	0,74 0,97	0,53 1,61	71	1,43 -2,28	-0,89 0,57	71	0,03	2,00	0,43 0,46	0,34 0,49	79 106	7,00 -1,87	10,61 0,41

A, AB, B, selecții petrografice de minereuri; M, valori la nivelul întregii subpopulații; N, numărul de cazuri corespunzător eșantionului statistic; x_{\min} , valoarea minimă; x_{\max} , valoarea maximă; \bar{x} , valoarea medie aritmetică; \bar{x}_{ign} , valoarea medie logaritmică; s, abaterea medie pătratică pentru distribuția normală; s_{ign} , abaterea medie pătratică pentru distribuția lognormală; V%, coeficientul de variație pentru distribuția

vedere al chimismului global, dar și al concentrațiilor de detaliu ale elementelor în cadrul tipurilor de minereuri.

Correlația binară dintre elementele chimice. Stabilirea corelațiilor binare dintre elemente a fost realizată cu programul CORE; rezultatele de detaliu sunt centralizate în tabelul 10.

La fel ca și în cazul minereurilor nivelului Burloaia-Gura Băii, caracterul corelațiilor este dependent de concentrația elementelor în minereuri.

În acest fel în minereurile de diseminare corelația este pozitivă, cu diverse grade de intensitate; în minereurile precompective se diversifică, având tendința de a deveni general negativă, aşa cum se întâmplă în minereurile compacte, unde pe lîngă schimbarea de semn a corelației se înregistreză și o creștere a intensității ei.

Acest comportament este cel mai bine exemplificat de variația, în sensul precizat mai sus, a corelației cu sulful pentru toate celelalte elemente chimice, cu excepția Fe-sulfuri.

Cele mai intense corelații binare constant pozitive sunt arătate de S și Fe-sulfuri, precum și de Zn, Pb și Ag.



LUL 8

chimice în minereurile nivelului Dealul Bucătii

A. MINEREU DE DISEMINARE								M. POPULAȚIE							
N	x_{\min}	x_{\max}	\bar{x}_{ign}	s	V%	A'	E	N	x_{\min}	x_{\max}	\bar{x}_{ign}	s	V%	A'	E
						A'_{ign}	E_{ign}							A'_{ign}	E_{ign}
6384	0,01	15,75	2,54	2,31	91	61,44	66,16	6601	0,01	51,50	3,16	4,30	136	143,04	393,30
			2,62	2,91	111	-9,02	11,02				3,09	3,95	128	2,35	15,40
6766	0,01	3,42	0,06	0,14	229	326,47	2487,76	6982	0,01	4,05	0,07	0,17	239	317,01	2261,95
			0,05	0,08	150	37,84	3,97				0,06	0,10	163	38,30	3,29
6799	0,01	10,83	0,34	0,74	216	170,69	604,77	7016	0,01	17,68	0,46	1,10	241	180,37	635,39
			0,34	1,12	324	12,76	-13,51				0,44	1,67	379	15,91	-11,97
6815	0,01	21,80	0,59	1,42	240	180,04	239,83	7013	0,01	35,80	0,83	2,16	261	179,86	626,06
			0,51	1,69	331	19,82	-5,41				0,68	2,75	402	23,37	-5,45
6322	0,01	14,10	1,95	1,79	92	69,29	93,50	6539	0,01	44,17	2,36	3,18	135	152,55	487,13
			1,99	2,13	107	-7,51	9,24				2,30	2,81	122	3,44	12,59
4225	0,01	17,20	0,22	0,48	219	639,0	9361,7	4426	0,10	17,20	0,22	0,60	210	547,71	7277,47
			0,19	0,13	70	53,44	63,30				0,20	0,20	78	51,09	49,37
4217	0,10	999,9	19,69	50,42	256	242,5	1534,0	4418	0,10	999,9	24,20	57,50	238	190,53	951,45
			15,20	20,57	135	27,74	30,78				18,50	29,30	157	28,68	20,90
1548	0,01	9,0	0,07	0,29	411	367,34	48429	1647	0,01	9,00	0,08	0,28	362	357,20	4699,87
			0,05	0,07	446	22,1	10,21				0,06	0,10	161	20,72	5,49
1201	0,01	10,28	0,09	0,31	359	462,3	7190,3	1300	0,01	10,28	0,12	0,34	284	334,33	4561,59
			0,09	0,17	197	5,99	-10,44				0,12	0,18	237	7,00	-9,41

normală; $V_{\text{ign}}\%$, coeficientul de variație pentru distribuția lognormală; A' , asimetria pentru distribuția normală; A'_{ign} , asimetria pentru distribuția lognormală; E , excesul pentru distribuția normală; E_{ign} , excesul pentru distribuția lognormală. Valorile culese cursiv reprezintă concentrațiile medii acceptate în funcție de legea de distribuție statistică cu parametri optimi.

TABELUL 9

Raporturile de concentrare între elementele Zn, Pb, Cu în minereurile nivelerelor Burloaia-Gura Băii și Dealul Bucătii, apreciate pe baza valorilor medii pe subpopulație

Raportul	Gura Băii	Burloaia	Dealul Bucătii
Zn : Pb	2,18	2,09	1,55
Zn : Cu	3,56	4,06	11,33
Pb : Cu	1,63	1,94	7,33
S : (Zn + Pb + Cu)	4,44	4,71	2,62

Cuprul nu prezintă corelație cu Pb și Zn în minereurile de diseminare și precompacte, dar se corelează negativ cu acestea în minereurile compacte.

Pentru întreaga subpopulație Dealul Bucătii corelația dintre toate elementele chimice este pozitivă și mai intensă față de cea din minereurile de diseminare cu care se asemănă.



TABELUL 10
Corelația binară a elementelor chimice în minerurile niveltui Dealul Bucătii

B. MINEREU COMPACT							AB. MINEREU PRECOMPACT							
							Ign	S	Cu	Pb	Zn	Fe	Au	Ag
S	0,01	-0,42	-0,51	0,86	-0,19	-0,32	-0,05	-0,20						
Cu	0,04	0,16	0,14	0,93	0,01	0,12	-0,04	-0,17	Cu	-0,18	0,40	0,37	-0,30	0,24
Pb	-0,52	-0,25		0,84	-0,56	0,22	0,47	0,01	Pb	-0,30	0,07	0,79	-0,46	0,15
Zn	-0,50	-0,24	0,64		-0,67	0,34	0,46	0,07	Zn	-0,27	0,05	0,68	-0,47	0,07
Fe	0,90	0,13	-0,68	-0,80		-0,28	-0,41	-0,01	Fe	0,91	-0,17	-0,56	-0,63	-0,05
Au	-0,14	0,64	0,11	0,19	-0,19	0,55	-0,02	0,43	Au	-0,06	0,34	0,05	-0,07	0,61
Ag	-0,38	-0,02	0,49	0,41	-0,47	0,60		-0,09	Ag	-0,30	0,22	0,15	0,23	-0,33
Sn	-0,04	-0,13	-0,03	0,03	-0,04	-0,18	-0,14	0,22	Sn	0,15	-0,01	0,14	0,06	0,12
Cd	-0,35	-0,31	0,39	0,32	-0,40	0,18	0,38	0,37	Cd	0,03	0,03	0,26	-0,10	0,12

A. MINEREU DE DISEMINARE							M. POPULATIE							
							Ign	S	Cu	Pb	Zn	Fe	Au	Ag
S	0,52	0,43	0,55	0,96	0,33	0,39	0,52	0,22	S	0,56	0,51	0,61	0,97	0,43
Cu	0,05	0,54	0,60	0,43	0,36	0,44	0,45	0,08	Cu	0,42	0,58	0,63	0,48	0,42
Pb	0,44	0,06		0,81	0,30	0,42	0,53	0,13	Pb	0,59	0,39	0,84	0,39	0,49
Zn	0,46	0,05	0,89		0,41	0,45	0,57	0,18	Zn	0,63	0,40	0,88	0,48	0,51
Fe	0,95	0,24	0,21		0,23	0,25	0,28	0,52	Fe	0,97	0,37	0,42	0,45	0,36
Au	0,16	0,21	0,26	0,27	0,09	0,63	0,12	0,25	Au	0,24	0,26	0,29	0,30	0,19
Ag	0,25	0,29	0,46	0,47	0,11	0,59	0,18	0,14	Ag	0,36	0,33	0,50	0,52	0,26
Sn	0,16	0,20	0,01	0,01	0,18	-0,01	0,06	0,18	Sn	0,18	0,19	0,09	0,10	0,19
Cd	0,14	0,09	0,25	0,24	0,08	0,07	0,14	0,02	Cd	0,36	0,16	0,40	0,40	0,29

A, AB, B, selecții petrografice de minerale; M, parametri pe subpopulație; Ign, corelația binară între valorile logaritmice ale concentrațiilor discrete ; n, corelația binară între valorile naturale ale concentrației elementelor.



Considerat în liniile sale generale, tabloul corelațiilor elementelor chimice din fracțiunea de sulfuri a minereurilor populației Dealul Bucătii este similar cu cel obținut pentru minereurile nivelului Burloaia-Gura Băii.

2. Analiza statistică globală a tendințelor de concentrare a elementelor S, Zn, Pb, Cu în suprafață

În cazul nivelului Dealul Bucătii au fost selectate pentru prezentare hărțile aproximățiilor de gradul III și VII, care împreună cu planul de probare și o schiță interpretativă a rezultatelor sunt anexate în planșele VII pînă la X.

Pe planșa X este prezentată corelarea datelor furnizate de suprafetele de tendință de gradul VII (planșele IX 1, 2, 3, 4); se constată că maximele și minimele de concentrare se dezvoltă suprapus pentru toate elementele testate. De asemenea, axele de aliniere a valorilor minimale și maximale coincid între cele patru elemente. Acest tip de dispoziție conduce la concluzia că la detalierea oferită de aproximăția de gradul VII nu se manifestă tendințe de concentrare discriminatorie între S, Zn, Pb și Cu, aşa cum fusese cazul în cele două subpopulații ale nivelului Burloaia-Gura Băii și nici nu pot fi evidențiate variații faciale comparabile acelora.

Se cere totuși subliniată comportarea aproape identică a elementelor Zn și Pb, comportare care își găsește justificarea în corelația foarte intens pozitivă dintre cele două elemente surprinse de analiza corelațiilor binare.

Suprafetele tendințelor de concentrare obținute cu aproximăția de gradul III sunt într-o oarecare măsură diferite, ele fiind prezentate în planșele VIII 1,2,3 și 4. Diferența cea mai notabilă o constituie comportarea disjunctivă a concentrațiilor cuprului față de cele ale Zn și Pb. Acest fapt amintește comportamentul din nivelul Burloaia-Gura Băii. Cu toate acestea nici la acest grad de generalitate nu apar variații comparabile cu variațiile faciale manifestate de concentrațiile elementelor testate în minereurile nivelului amintit.

Modul de concentrare în suprafață a elementelor S, Zn, Pb și Cu credem că este imprimat de predominarea netă a minereurilor de diseminare în cadrul nivelului Dealul Bucătii. În aceste minereuri cele patru elemente chimice prezintă între ele corelații binare pozitive și semnificative, fapt care, cel mai probabil, inhibă tendința de comportament discriminatoriu a concentrațiilor cuprului.

Corelația binară pozitivă Cu/Zn și Cu/Pb este specifică și minereurilor de diseminare din nivelul Burloaia-Gura Băii, astfel că este de așteptat ca atunci cînd sunt prezente numai minereuri de diseminare cele trei elemente să manifeste un comportament similar în ceea ce privește concentrarea.

Datorită neconcordanței între imaginile oferite de cele două grade de aproximăție (III și VII), care indică absența unor caractere dominante, devine dificilă și cu un grad scăzut de încredere interpretarea genetică a hărților de tendință a concentrațiilor elementelor chimice, testate pentru nivelul de Dealul Bucătii.



Apare însă evidentă diferență dintre acestea și cele oferite de analiza subpopulațiilor din nivelul Burloaia-Gura Băii, ceea ce implică formularea de ipoteze și modele genetice diferite.

IV. DISCUȚII ȘI CONCLUZII

Studiul de față, prin gama largă a metodologiei statistice utilizate, a completat cunoștințele asupra minereurilor stratiforme metamorfozate de sulfuri din seria de Tulgheș din Munții Maramureșului, relevând în plus o serie de aspecte cu implicații metalogenetice, pe care le vom discuta în continuare separat pentru fiecare nivel în parte.

A. Mineralizațiile nivelului cu sulfuri Burloaia-Gura Băii

Se cere făcută o subliniere pe care o considerăm esențială în înțelegerea modului în care se pot interpreta rezultatele acestui studiu.

Materialul primar cu care am operat a fost constituit din dozări gravimetrice ale elementelor chimice. Concentrația acestor elemente este expresia concentrației, sulfurilor principale — pirită, blendă, galenă și calcopirită — în fracțiunea de sulfuri a minereurilor analizate. Toți parametrii statistici obținuți reprezentă în esență expresia matematică a unor relații de concentrare existente între sulfurile amintite, în cadrul tipurilor petrografice de minereuri analizate. Astfel, spre exemplu, corelația binară Cu/Pb dezvăluie corelația dintre concentrarea simultană sau disjunctivă, caz cu caz, în minereuri a calcopiritei și galenei. În același fel trebuie înțeleși toți parametrii statistici obținuți.

Un aspect derivat din precizarea de mai sus îl constituie faptul că relațiile actuale dintre sulfuri, pe care noi le definim statistic, sunt în primul rînd expresia factorilor care au controlat precipitarea sulfurilor și, în al doilea rînd, un indicator al compozitiei chimice a soluțiilor hidrotermale din care s-a produs precipitarea, datorită intervenției fenomenelor de segregare.

În accepțiunea interpretativă definită mai sus, considerăm că variabila fundamentală care determină particularitatele de comportament geochimic ale elementelor majore — S, Zn, Pb, Cu — o constituie variația concentrației fracțiunii de sulfuri ($\Sigma s\%$) în cadrul secvenței singeneticе și, pe fondul acesteia, variația concentrației relative a celor patru sulfuri principale — pirită, blendă, galenă și calcopirită —, produsă de schimbarea raportului global de concentrare a sulfurilor în cadrul faciesurilor.

Sintetizind, analiza statistică a compozitiei mineralogice normative a fracțiunii de sulfuri a evidențiat două sensuri de modificare a concentrației sulfurilor în cadrul secvenței singeneticе, și anume:

— succesiunea de diferențiere în suprafață, concretizată în forma sa cea mai generală, prin schimbarea concentrației sulfurilor în ordinea: minereuri compacte (B) → minereuri precompacte (AB) → minereuri de diseminare (A);



Succesiunea de diferențiere stratigrafică (i.e. de jos în sus) defină schimbarea concentrațiilor sulfurilor în ordinea : minereuri de diseminație (A) → minereuri precompacte (AB) → minereuri compacte (B).

Toți parametrii statistici ai elementelor S, Zn, Pb și Cu sunt determinați de, și reflectă modificările suferite de concentrațiile sulfurilor: pirită, blendă, galenă, calcopirită, impuse de una sau, simultan, de ambele succesiuni prezентate.

Succesiunea de diferențiere în suprafață (variație laterală) produce scăderea concentrațiilor globale ale elementelor S, Zn, Pb, Ag, Au, segregarea laterală (reziduală) a cuprului și schimbarea raporturilor de concentrare dintre Zn : Pb : Cu.

Succesiunea de trecere stratigrafică imprimă felul corelațiilor și variabilitatea elementelor (ambele influențate într-o oarecare măsură și de variația facială, în special în faciesul marginal) atrage după sine concentrarea maximă a elementelor S, Zn, Pb, Cu în minereurile compacte și, cu cîteva excepții, în cele precompacte, iar în faciesul central și intermediar participă fenomenologic la cauzalitatea segregării laterale a cuprului.

Considerăm că ipoteza genetică avansată pentru minereurile din zăcămîntul Burloaia în studiile noastre anterioare (Zincen et al., 1973) poate fi menținută. Ea explică satisfăcător cauzalitatea succesiunilor menționate mai sus, găsindu-și în lucrarea de față argumente noi.

În esență, modelul genetic adoptat presupune următoarele :

Minereurile studiate reprezintă o asociatie de depozite (metamorfozate) de compoziție preponderent ferosulfuroasă sau feromagnezian-silicioasă, cu un conținut diferențiat de Zn, Pb, Cu, formate prin precipitare pe suprafață liberă de sedimentare, în condiții submerse, din soluții hidrotermale emise de o sursă centrală sau un grup de surse de tipul unor izvoare.

Minereurile faciesului central sunt echivalentele metamorfozate ale depozitelor acumulate în imediata apropiere a sursei de emisie, precipitate în condiții de suprasaturare în sulf față de fierul total din soluții.

Alternanța de minereuri de diseminare-minereuri precompacte-minereuri compacte în succesiunea stratigrafică a faciesului central din Gura Băii (fig. 6) indică pentru acest caz un caracter pulsatoriu al sursei, acompaniat ori de o modificare temporară a compoziției chimice a soluțiilor emise, ori de o segregare in situ a acestora în două „fractii”, una subsaturată în sulf, situată în bază, și una suprasaturată în sulf, situată la partea superioară.

În cele ce urmează vom enumera o serie de trăsături relevante de analiză statistică din acest studiu, care permit detalierea modelului genetic adoptat. Acestea sunt următoarele :

- separarea priorității a Pb și Zn în minereurile faciesurilor central și intermediar, în contrast cu segregarea laterală (concentrare reziduală) a cuprului, în faciesul marginal ;

- distribuția statistică după legea normală a S și Fe-sulfuri și parțial Zn și Pb în minereurile compacte ale faciesurilor central și intermediar, comparativ cu distribuția acelorași elemente în minereurile de diseminare,

după legea lognormală, precum și distribuția generală a cuprului numai după legea lognormală;

- schimbarea corelației între elementele Zn, Pb, față de Cu, de la pozitivă și semnificativă în minereurile de diseminare, la lipsă de corelație sau corelație negativă și semnificativă în minereurile compacte, în special în faciesurile central și intermedier;

- schimbarea corelațiilor elementelor Zn, Pb, Cu, față de S și Fe-sulfuri, de la pozitivă și semnificativă în minereurile de diseminare, la lipsă de corelație sau corelație negativă și semnificativă în minereurile compacte.

Toate aceste trăsături credem că pot fi explicate unitar, dacă se estimează modul în care s-a produs precipitarea sulfurilor pirită, blendă, galenă, calcopirită, în medii caracterizate de concentrații diferite ale sulfului în raport cu fierul total (din soluții), caracterele chimice ale mediului fiind de tipul celor definite în analiza petrologică și sintetizate în figura 5.

Trebuie subliniat că la stadiul actual al conoșterii nu vom face aprecieri asupra condițiilor termodynamice în care s-au format depozitele de sulfuri; la nivelul aproximăției propuse considerăm aceste condiții date și favorabile precipitării sulfurilor.

Blenda și galena sănt sulfuri a căror formare este dependentă, din punct de vedere chimic, de concentrația Zn:S, respectiv Pb:S. Calcopirita este dependentă simultan de raportul de concentrare S:Fe:Cu. În mediile suprasaturate în sulf față de fierul total din soluții de tipul celor observate la minereurile compacte, blenda și galena nu au restricții chimice de formare dacă plumb și zinc există în soluții. În schimb calcopirita, pentru care raportul atomic între fier și sulf este același ca în pirită, va fi puternic inhibată în formare de către pirită a cărei energie liberă de formare este mult mai mare.

Astfel, grosimile apreciabile ale minereurilor compacte din faciesurile centrale, care indică predominarea îndelungată a condițiilor de suprasaturare în sulf, constituie un argument pentru a considera că ritmul separării piritei — sulfura net predominantă din minereuri — a condiționat formarea și asocierea celorlalte sulfuri.

O serie de argumente în acest sens este furnizată de texturile rubanante ale minereurilor compacte. Rubanarea se dătoarează alternanței de benzi (lamine) cu compozitie mineralogică diferită, după cum urmează: benzi aproape exclusiv piritifere, în care pirlita este xenomorfă și cu dimensiuni foarte mici; benzi pirotoase cu concentrații variabile de blendă și galenă, în aceste cazuri pirlita tinzind spre forme idiomorfe în special cînd este în contact cu blendă sau galena; calcopirita apare sporadic și numai ca incluziuni în blendă; benzi pirotoase cu calcopirită, în această asociatie pirlita apărind frecvent porfirică și idiomorfă, prinse în plaje de calcopirită, calcopirita situindu-se interstitial între cristalele subidiomorfe de pirlită.

Aceste texturi sugerează depunerea sulfurilor printr-un proces de segregare ritmică, prin precipitare fracționată, dominată și reglată de ritmul precipitării piritei.



În acest sens, presupunem că dintr-o soluție suprasaturată în sulf, dacă nu se înregistrează un aport continuu de sulf care să-i modifice compoziția initială, atunci prin separarea abundantă, exclusiv a piritei (benzile piritifere), se produce o subsaturare locală în fier care înceținește ritmul de formare a piritei, permitînd formarea simultană și a blendei și a galenei (benzile pирitoase cu blendă și galenă). Depunerea simultană a celor trei sulfuri conduce la o subsaturare locală în sulf care, datorită separării în continuare a piritei, inhibă formarea blendei și galenei, facilitată probabil și de consumarea Zn și Pb la nivelul microritmului respectiv. Echilibrarea raportului dintre S și Fe, produsă de formarea microritmului de mai sus, permite separarea alături de pirită și a calcopiritei; separarea mai rapidă a piritei inhibă formarea calcopiritei, ciclul reluindu-se de la început.

Depunerea alternativă a celor patru sulfuri, într-o ordine și asociatie similară, a fost demonstrată experimental de către L a m b e r t și B u - b e l a (1970).

Acumulările defazate ale blendei și galenei, față de cele ale calcopiritei, observate în minereurile compacte, sunt în mod sigur cauza corelației negative dintre Zn, Pb față de Cu, iar separarea simultană a blendei și galenei, cauza corelației general pozitive dintre Zn și Pb, indiferent de cauzele invocate în explicarea segregării mineralogice a minereurilor compacte.

În schimb, corelațiile negative sau lipsa de corelație a Zn, Pb, Cu față de S și Fe-sulfuri înregistrate în minereurile compacte sunt argumente semnificative în favoarea modelului de segregare prin precipitare fractiонată, pe care l-am discutat mai sus, deoarece în mod principal cele trei elemente ar trebui să prezinte corelații pozitive cu sulful. Nerealizarea acestei așteptări este cel mai probabil datorită inhibării cristalizării blendei, galenei și calcopiritei de către formarea piritei, ținînd cont că peste 80% din sulf este concentrat în pirită.

Aceasta credem că este semnificația schimbării corelației dintre elementele studiate, de la pozitivă și semnificativă în minereurile de diseminare, la negativă în minereurile compacte.

În favoarea acestei explicații este faptul că minereurile de diseminare sunt expresia separării sulfurilor în condiții de exces al fierului total din soluții față de sulf (fig. 5). În acest mediu cele patru sulfuri nu se mai incomodează reciproc, iar formarea lor este strict dependentă de prezența și variațiile de concentrare ale sulfului, tradusă prin apariția corelațiilor pozitive dintre S, Zn, Pb, Cu.

Distribuțiile statistice preponderent lognormale ale elementelor chimice în minereurile de diseminare credem că sunt generate de separarea discontinuă a celor patru sulfuri (separare în salturi), datorită repartiției neuniforme a sulfului în aceste medii.

Distribuția statistică după legea normală a S, Zn și Pb în minereurile compacte reflectă cel mai probabil stabilitatea condițiilor de formare a acestor minereuri, precum și afinitatea de separare a piritei, blendei și galenei în mediile suprasaturate în sulf.

Distribuția generală după legea lognormală a cuprului o atribuim antipatiei de formare reciprocă a piritei și calcopiritei, care impune separarea discontinuă a calcopiritei.

Caracterele statistice ale comportamentului elementelor chimice în minereurile precompacte sunt cînd tranzitionale între minereurile de diseminare și cele compacte, cînd particulare. În aceste minereuri se înregistreză cele mai multe abateri de la regulile generale, fapt constatat și la Leșul Ursului de către B. A. I. T. O. N. I. et al. (1976).

Apreciem că acest mod de comportare se datorează condițiilor speciale în care se formează aceste minereuri, și anume în zona de trecere din tre condițiile de formare a minereurilor de diseminare la cele compacte.

După cum rezultă din dezvoltarea constantă și redusă a acestor minereuri, în ambele succesiuni de faciesuri menținerea unor asemenea condiții a fost realizată pentru perioade foarte scurte, condițiile deplasindu-se sau spre cele ale minereurilor compacte, sau spre cele ale minereurilor de diseminare. Nu este lipsit de importanță să amintim că compoziția globală a ambelor subpopulații este de tipul compoziției minereurilor precompacte.

Acest fapt pledează în favoarea interpretării, atît a succesiunilor de faciesuri, cît și a existenței celor trei tipuri de minereu, ca produs al segregării soluțiilor hidrotermale.

În această accepțiune, considerăm comportamentul observat la concentrația cuprului în cadrul faciesurilor ca fiind generat tot de relația de separare antipatică dintre pirită și calcopirită, în mediile suprasaturate în sulf față de fierul total din soluții. Astfel, în faciesul central, datorită precipitării de tip fracționat a sulfurilor, numai o mică parte din cupru rămîne în minereurile compacte — comparativ cu S, Zn, Pb —, restul migrează cu soluțiile în faciesurile intermedie și marginal. Asemenea soluții sint relativ îmbogățite în cupru și însărăcite în S, Zn și Pb. Atât timp cît minereurile compacte sint încă bine reprezentate (faciesul intermediu, fig. 6), segregarea soluțiilor se accentuează prin depunerea concomitantă a Pb, Zn și S preponderent în minereurile compacte și deplasarea laterală a cuprului. În faciesul marginal, în care condițiile sint de subsaturare în sulf (de tip minereuri de diseminare), calcopirita are condiții optime de precipitare. Creșterea concentrației cuprului și în minereurile compacte din acest facies o atribuim caracterului de asemenea rezidual al soluțiilor din care acestea s-au format.

Acest model de explicare a segregării laterale a cuprului poate explica satisfăcător și diferențele de comportament ale acestui element în succesiunea de faciesuri din Gura Băii, comparativ cu cea din Burloaia.

Astfel, în faciesul central din Burloaia minereurile de diseminare sint cu totul subordonate (fig. 6), apărind numai în culcușul minereului compact. Datorită acestui fapt cuprul a fost reținut numai într-o măsură foarte mică în faciesul central din Burloaia, el migrând progresiv spre faciesul marginal în care înregistreză concentrațiile maxime.

În Gura Băii, în faciesul central minereurile de diseminare sint prezente într-o cantitate mai mare, astfel că compoziția medie pe facies a

fracțiunii de sulfuri este echivalentă cu cea a minereurilor precompacte (fig. 9 și 10, tab. 1). Datorită acestui fapt o cantitate mai mare de cupru a fost reținută în faciesul central, cuprul înregistrând o concentrare reziduală mai ridicată numai în minereurile compacte ale faciesului marginal care au păstrat comportamentul din Burloaia, dar ca medie pe facies se înregistrează o scădere comparativ cu faciesul central.

În ceea ce privește cauzalitatea migrării laterale a soluțiilor, presupunem că acestea s-au deplasat gravitațional, datorită formării unei „diferențe de relief” între depozitele foarte groase din jurul centrului de apor și zonele adiacente acestuia.

Această supozitie este generată de scăderea importantă de grosime din faciesul central în cel marginal, precum și de forma liniilor de echiconcenrație ale elementelor S, Zn, Pb surprinse prin analiza de tendință, linii care au o dispoziție circulară în jurul poziției presupuse a centrului de apor.

În final se cere subliniat că, deși între cele două succesiuni de faciesuri studiate s-au constatat unele particularități, evoluția ca fenomen general a proceselor a fost similară.

Această concluzie este bine argumentată de similitudinea trăsăturilor statistice cele mai generale ale celor două succesiuni și de compoziția chimică aproape identică la nivel de subpopulație între Gura Băii și Burloaia. Credem că pe baza acestor valori ale concentrației S, Zn, Pb, Cu (tab. 1) se poate estima compoziția soluțiilor hidrotermale care au generat, prin procesele de segregare discutate, cele două succesiuni de faciesuri ale nivelului Burloaia-Gura Băii.

B. Mineralizațiile nivelului cu sulfuri Dealul Bucății

Pentru minereurile acestui nivel avem rezerve asupra modelului genetic pe care îl avansăm. Cel mai probabil, concentrațiile din acest nivel s-au format prin impregnarea cu sulfuri a depozitelor sedimentare, în imediata apropiere a suprafeței active de sedimentare, de asemenea în condiții submerse. Sulfurile au fost generate de exhalării cu debit mic, sărace în fier și cupru. Marea variabilitate a conținuturilor individuale în Zn și Pb arată absența unor condiții dominante, concentrațiile fiind controlate de cauze locale.

În această accepțiune, minereurile nivelului de Dealul Bucății sunt de origine sin-epigenetică exhalativ-sedimentară.

Pentru încadrarea lor în categoria comprehensivă a mineralizațiilor vulcanogen-sedimentare pledează următoarele argumente: forma stratiformă de zăcămînt, controlul litostratigrafic la scară regională, absența concentrațiilor de sulfuri în formațiunile imediat adiacente litostratigrafic, asocierea cu metavulcanite acide, precum și prezența unor trăsături statistice similare cu nivelul Burloaia-Gura Băii, care au fost reliefate în acest studiu.

Caracterele geochemice globale, cît și cele petrografice ale minereurilor din nivelul de Dealul Bucății sunt net diferite de cele ale nivelului,



Burloaia-Gura Băii; pînă în prezent, ele sunt singulare pentru întreaga serie de Tulgheș în facies cu sulfuri din pînza bucovinică.

Ca o concluzie finală, se poate afirma că metalogeneza asociată formăriilor seriei de Tulgheș din pînza bucovinică, în Munții Maramureșului, este reprezentată prin acumulări stratiforme de sulfuri, de tip vulcanogen-sedimentare, metamorfozate, formate în două etape metalogene-tice distincte :

— o etapă timpurie, desfășurată la sfîrșitul Cambrianului inferior, în urma căreia s-au format depozitele presupuse ca exhalativ-sedimentare, de pirită și concentrații plumbo-zincifere de tip Dealul Bucătii;

— o etapă tîrzie, desfășurată la sfîrșitul Cambrianului superior, posibil și în Ordovicianul inferior (?). În timpul acestei etape, a fost pus în loc un important volum de mineralizații de origine hidrotermal-sedimentară, de pirită și concentrații polimetale, de tip Burloaia-Gura Băii.

BIBLIOGRAFIE

- Armstrong, R. L. (1968) A model for Sr and Pb isotope evolution in a dynamic earth. *Rev. Geophys.*, 6, 175–199.
- Armstrong R. L., Hein S. M. (1973) Computer simulation of Pb and Sr isotope evolution of the Earth's crust and upper mantle. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 37, 1–18.
- Balintoni C. I., Timpău T., Isache C. (1977) Problema genezei sulfurilor polimetale compacăe interstratificate în partea centrală a cristalinului din Carpații Orientali. *St. cerc. geol. geofiz. geogr., seria geologie*, 18, 1, 67–86. București.
- Balintoni C. I., Isache C., Timpău C., Tihon P. (1976) Geochimia elementelor Cu, Pb, Zn, S, As în zăcămîntul stratiform de pirită și sulfuri polimetale Leșu Ursului. *D. S. Inst. geol. geofiz.*, LXII (1974–1975), 3–28. București.
- Kräutner H. G. (1965) Considerații genetice asupra zăcămintelor de sulfuri complexe din cristalinul Carpaților Orientali. *St. cerc. geol., geofiz., geogr., seria geologie*, 10, 1, 195–227. București.
- Kräutner H. G., Andăr P., Andăr A. (1970) Geochimia elementelor majore din zăcămintul de sulfuri polimetale Fundu Moldovei. *D. S. Inst. geol.*, LVI (1968–1969), 2, 49–69. București.
- Russell R. D., Farquhar R. M. (1960) Lead isotopes in geology. Interscience, New York.
- Savu H., Vasilescu Al. (1962) Contribuții la cunoașterea rocilor porfiroide și a zăcămintelor de sulfuri asociate șisturilor cristaline din regiunea Baia Borșa (Maramureș). *D. S. Com. geol.* XLVIII (1958–1959). București.
- Socolescu M. (1952) Asupra geologiei regiunii Băile Borșei. *D. S. Com. geol.* XXXVI (1947–1948), 178–186. București.
- York D., Farquhar R. M. (1973) The Earth's age and geochronology. Pergamon press, Oxford.
- Zincenco D. (1971) Stratigrafia seriei de Tulgheș în bazinile văilor Cisla și Vaser (versantul stîng) – Maramureș. *St. cerc. geol. geofiz. geogr., seria geologie*, 16, 2, 387–396. București.



Zincenco D., Andăr P., Andăr A., Volanschi E. (1973) Studiu geochemical al mineralizațiilor stratiforme de sulfuri polimetale din zăcămîntul Burloaia — Carpații Orientali. *St. cerc. geol. geofiz. geogr., seria geologie*, 18, 1, 41—65. București.

**LA SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE STATISTIQUE
EFFECTUÉE SUR LES MINÉRALISATIONS STRATIFORMES
MÉTAMORPHISÉES SITUÉES DANS LES NIVEAUX À SULFURES
DE BURLOAIA-GURA BĂII ET DE DEALUL BUCĂTII
(MONTS DE MARAMUREŞ)**

(Résumé)

Cet ouvrage est une étude complexe sur quelques accumulations stratiformes de sulfures (py + sph + gn + cp) de type volcano-sédimentaire, localisées dans les Monts de Maramureş (Carpathes Orientales).

Les dépôts de sulfures sont métamorphosés régionalement sous le faciès des schistes verts. Ils se placent à deux niveaux lithostratigraphiques d'âge (modèle Pb-Pb) différent : le niveau „Dealul Bucătii”, environ 500 M.A. ; le niveau „Burloaia-Gura Băii”, environ 495 M.A. (fig. 1). Les deux niveaux à sulfures sont intercalés dans une succession de roches métasédimentaires, associées à des métavolcanites acides, nommée la „série de Tulghes”.

La première partie de l'ouvrage présente les éléments géologiques de structuration et d'interprétation de l'étude statistique ; la deuxième c'est l'étude statistique proprement-dite,

Les principales données de la première partie sont les suivantes :

1. L'association minéralogique des sulfures des minéraux — nommée la „fraction de sulfures” et notée par Σs — est constituée en proportion de plus de 98 % de py + sph + gn + cp, Ainsi, les éléments chimiques S, Zn, Pb et Cu sont présents presque exclusivement dans les quatre sulfures.

2. La détermination par calcul normatif de la concentration en pour-cent de la fraction de sulfures ($\Sigma s \%$), par l'utilisation des analyses chimiques partielles (S %, Zn %, Pb %, Cu %) permet la classification des minéraux en trois types pétrographiques principaux. Ceux-ci sont : (A) minéraux de dissémination, $\Sigma s < 30 \%$; (AB) minéraux pré-massifs, $30 \leq \Sigma s < 60 \%$; (B) minéraux massifs, $\Sigma s \geq 60 \%$ (fig. 2). Entre parenthèses sont mis les indices employés pour les „sélections pétrographiques” utilisées comme échantillons statistiques dans l'étude statistique (fig. 8).

3. A partir des études de détail (lithostratigraphiques, structurales, pétrologiques) on a considéré tous les minéraux massifs comme syngénétiques. Les minéraux de dissémination et pré-massifs sont de deux types : syngénétiques et syn-épigénétiques.

Les minéraux syngénétiques — de dissémination et pré-massifs — ont la fraction non sulfurique (G, fig. 2) formée au point de vue minéralogique de : ch \pm (ab \pm qz \pm ms). La chlorite constitue plus de 80 % de la fraction non sulfurique, ayant une composition ripidolitique. Les minéraux massifs ont la fraction non sulfurique (G) formée de : qz \pm ab \pm ms \pm carbonate, dont le minéral principal est le quartz.

Les minéraux syn-épigénétiques ont la fraction non sulfurique formée de : qz + ms + ab + ch. Autant la composition minéralogique, ainsi que celle chimique de la fraction non sulfurique de ces minéraux sont pareilles à celles des schistes métasédimentaires.

4. Dans les figures 3—5 on présente quelques éléments pétrologiques concernant les minérais syngénétiques. On a constaté dans ces cas que la concentration en fer total ($Fe_s + Fe_G$) est presque constante (fig. 3) pour les trois types pétrographiques de minérais. Variables sont : le rapport entre le fer de la fraction de sulfures (Fe_s) et celui de la fraction non-sulfurique (Fe_G) et la concentration en soufre. L'augmentation de la concentration en soufre provoque le passage du fer de la fraction non sulfurique dans la fraction de sulfures, de sorte que dans les minérais massifs toute la quantité de fer est détenu par la fraction de sulfures ($Fe_s = Fe_t$; figures 3 et 5). Au point de vue minéralogique cette modification est marquée par le changement du rapport chlorite/pyrite (fig. 4), les principaux milieux minéralogiques du fer. Les modifications mentionnées peuvent avoir lieu dans les deux sens.

Les limites entre les trois types pétrographiques de minéral (fig. 2) ont les suivantes significations pétrochimiques (fig. 5) : la limite entre les minérais de dissémination et ceux pré-massifs correspond à la zone où $Fe_s = Fe_G$; celle entre les minérais pré-massifs et ceux massifs — à la zone où $Fe_s = Fe_t$. Ces limites séparent trois domaines : le domaine des minérais de dissémination qui est sub-saturé en soufre; le domaine des minérais massifs, supra-saturé en soufre, et le domaine des minérais pré-massifs, dans lequel se produit la transition entre les deux extrêmes.

5. Les minérais du niveau Burloaia-Gura Băii (fig. 1) sont en majorité de type syngénétique. Les données et les observations présentées au point 4 sont obtenues sur ces minérais.

La distribution lithostratigraphique de détail et le développement en surface des minérais de ce niveau (figures 6 et 7) peuvent être définis d'une manière satisfaisante sous forme de trois faciès : I) le faciès central, constitué surtout de minérais massifs; II) le faciès intermédiaire, disposé concentriquement autour du faciès central; il est formé en proportion presque égale de minérais massifs et de minérais de dissémination; III) le faciès marginal, situé à l'extérieur de celui intermédiaire, formé à dominance ou seulement de minérais de dissémination. Entre parenthèses sont mis les indices des „collectivités faciales” assumées comme échantillons statistiques (fig. 8). Une telle succession de faciès présente, dans le plan, une forme circulaire ou faiblement elliptique (fig. 7). Le passage des minérais massifs du faciès central à des minérais de dissémination du faciès marginal a lieu progressivement, par l'intermédiaire des minérais pré-massifs. Dans la présente étude on a analysé au point de vue statistique deux pareilles successions de faciès (fig. 7), l'une correspondant à la zone de Burloaia (la „sub-population statistique de Burloaia”) et l'autre à la zone de Gura Băii (la „sub-population statistique de Gura Băii”, figure 8).

6. Le niveau Dealul Bucății (fig. 1) est formé presque uniquement de minérais de dissémination de type syn-épigénétique, associées auxquels apparaissent de petites lentilles de minérais massifs et/ou pré-massifs. Les minérais de ce niveau forment des corps de dissémination de forme lenticulaire, disposés en concordance dans des schistes quartz-muscovitiques (des roches métasédimentaires).

L'étude statistique des minérais des deux niveaux lithostratigraphiques, qui constituent la deuxième partie de l'ouvrage, emploie comme matériel primaire des analyses partielles pour S, Zn, Pb, Cu, Ag, Sn. On a introduit dans les calculs environ 5 000 analyses pour le niveau Burloaia-Gura Băii et environ 6 000 pour le niveau Dealul Bucății.

L'étude statistique a été effectuée par deux modèles différents. Un modèle d'analyse statistique „désaliquée” sur plusieurs échantillons statistiques, et un modèle d'analyse „globale”, des tendances de concentration, en superficie lithostratigraphique, des éléments chimiques étudiés. Dans la figure 8 on a présenté les échantillons statistiques employés et leur signification géologique.

Dans l'analyse statistique désaliquée on a opéré avec et à l'intérieur de plusieurs échantillons statistiques à signification géologique différente et complémentaire. Pour chaque échantillon

statistique on a déterminé : la composition minéralogique normative de la fraction de sulfures ; des lois de distribution des concentrations en éléments chimiques et les paramètres de distribution (\bar{x} , s , $V\%$, A , E) ; la corrélation binaire entre les concentrations des éléments chimiques étudiés. Dans la figure 8 on a présenté les échantillons statistiques employés et leur signification géologique.

L'étude statistique défalquée pour la „population Burloaia-Gura Băii” (fig. 8) a montré qu'autant les résultats concrètes, ainsi que le style des variations mises en évidence sont similaires jusqu'à l'identité pour les successions de faciès de Burloaia et de Gura Băii. C'est pourquoi on va présenter, dans ce qui suit, les traits les plus importants acquis au niveau de l'entièvre population, qui sont les suivants :

L'analyse minéralogique normative de la fraction de sulfures a montré que le passage des minérais massifs (B) du faciès central (I) à des minérais de dissémination (A) du faciès marginal (III) est accompagné également par la modification du rapport des sulfures. Ainsi, la concentration en pyrite augmente dans tous les types de minérai, du faciès central vers celui marginal. La concentration en sphéderite et en galène décroît du faciès central vers celui marginal, tout d'abord à cause de l'effillement, dans ce sens-là, des minérais massifs dans lesquels elles ont la concentration maximale. La chalcopyrite n'enregistre pas de variations concentrationnelles, ni entre les faciès, ni entre les types de minérai.

Les lois de distribution des éléments chimiques étudiés dépendent de la concentration de la fraction de sulfures (Σs), autrement dit du type pétrographique de minérai. Dans les minérais massifs prédomine la loi normale ; dans les minérais de dissémination est prédominante jusqu'à l'exclusivité la loi lognormale, et dans les minérais pré-massifs apparaissent les deux lois et en plus les plus fréquentes anomalies de distribution. Une mention spéciale pour le cuivre, qui est distribué seulement d'après la loi lognormale.

La concentration en éléments chimiques est déterminée également par la concentration de la fraction de sulfures (le type pétrographique de minérai) et par la variation faciologique des minérais. On a enregistré trois cas de comportement :

a. Les éléments Zn, Pb et Ag ont une concentration maximale dans les minérais massifs et notamment dans le faciès central ; la concentration minimale est enregistrée dans les minérais de dissémination et à savoir dans le faciès marginal.

b. Le cuivre présente de petites variations de concentration et une faible tendance de concentration dans le faciès marginal.

c. Le soufre manifeste une tendance d'augmentation de la concentration dans tous les types de minérais, du faciès central vers celui marginal ; mais, comme moyenne sur faciès, il décroît sensiblement dans le même sens (I vers III). Le comportement disjonctif du cuivre par rapport aux autres éléments entraîne sa concentration relative dans le faciès marginal. C'est ce comportement qui est le trait le plus particulier des minérais du niveau Burloaia-Gura Băii et qui apparaît tout à fait évident dans la succession de faciès de la zone de Burloaia (sub-population Burloaja).

La concentration moyenne totale des éléments étudiés ($S + Zn + Pb + Cu + Ag$) est maximale dans le faciès central et minimale dans celui marginal. En ensemble, les minérais du faciès central (I) sont pyriteux-polymétalliques et ceux du faciès marginal (III) — pyriteux ou pyriteux-cuprifères.

Tous les traits et les paramètres des minérais du faciès intermédiaire (II) sont médians par rapport aux faciès extrêmes et similaires jusqu'à l'identité à ceux moyens obtenus pour toute la population Burloaia-Gura Băii.



La corrélation binaire entre les concentrations en éléments chimiques dépend de la concentration de la fraction de sulfures (le type pétrographique de minéral). Dans les minéraux de dissemination (A) la corrélation est tout à fait positive et significative. Dans les minéraux massifs (B) la corrélation est diversifiée (+), (-) et significative. La corrélation dans les minéraux pré-massifs est similaire à celle des minéraux massifs, mais moins intense. Il faut signaler les corrélations négatives enregistrées pour le Zn, le Pb, le Cu avec S dans les minéraux massifs; dans ces minéraux le Zn et le Pb ont aussi corrélation négative avec le cuivre.

Dans l'étude statistique défaillante pour les minéraux du niveau Dealul Bucătii, notamment la „population Dealul Bucătii” (fig. 8) on a employé comme échantillons statistiques seulement les sélections pétrographiques correspondant aux trois types de minéral (A, AB, B). On a constaté que les lois de distribution et les corrélations binaires entre les concentrations en éléments chimiques étudiées sont pareilles à celles observées pour les minéraux du niveau Burloaia-Gura Băii.

Les concentrations en éléments chimiques, autant sur des types pétrographiques de minéraux ainsi qu'en ensemble, sur toute la population, sont sensiblement différentes de celles observées au niveau Burloaia-Gura Băii.

La dernière partie de l'étude statistique présente les résultats acquis par l'analyse globale des tendances de concentration en surface des éléments chimiques pour les deux niveaux à sulfures.

Les données individuelles introduites dans les calculs représentent des valeurs moyennes de la concentration en l'élément étudié sur toute l'épaisseur de la séquence minéralisée, dans un point donné, avec des coordonnées topographiques connues. Ainsi, les surfaces de tendances obtenues sont une simulation de l'évolution des concentrations moyennes en éléments chimiques dans l'aire de développement des minéralisations, exprimées par des courbes d'équiconcentration.

Tout le volume de calculs, l'interprétation et l'affichage des surfaces de tendances ont été effectués par calculateur. On a effectué sept degrés d'approximation, dont on a sélectionné pour présentation les approximations du III-e et V-e degrés pour le niveau Burloaia-Gura Băii; notamment III-e et VII-e degrés pour le niveau Dealul Bucătii. Ces planches sont attachées aux annexes de l'ouvrage.

Pour le niveau Burloaia-Gura Băii, les suivants éléments mis en évidence par ce modèle d'analyse sont de premier intérêt :

Le S, le Zn et le Pb présentent des valeurs des concentrations maximales superposées l'une à l'autre, en coïncidence avec l'aire attribuée par lever géologique aux faciès centraux.

Le cuivre manifeste un comportement disjonctif envers le S, le Zn et le Pb, pareils à celui offert par l'analyse statistique défaillante.

La zone de Gura Băii présente un modèle avec un seul maximum et la zone de Burloaia — un modèle avec plusieurs maxima conjugués („satellites” autour d'un maximum principal).

Pour le niveau de Dealul Bucătii on n'a pas saisi de variations pareilles à celles du niveau supérieur. La non concordance entre les images de l'approximation du III-e et du VII-e degrés suggère l'absence des traits dominants et ne permet pas d'interprétations génétiques satisfaisantes, auxquelles on pourra faire confiance.

En conclusion, les minéraux du niveau Burloaia-Gura Băii sont les produits métamorphisés des dépôts syngénétiques de nature hydrothermale. Ils se sont formés en milieu marin par précipitation, sur la surface active de sédimentation, des solutions hydrothermales. Les solutions ont été émises sur un canal central du type d'une source (modèle Gura Băii) ou d'un groupe de sources conjuguées (modèle Burloaia). Le faciès central est l'équivalent des dépôts formés au proche voisinage de la source. Les faciès intermédiaire et marginal sont les équivalents des dé-

pôts formés des solutions ayant migrés et qui se sont différenciées latéralement. Le principal facteur de ségrégation c'est la précipitation différentielle des sulfures en milieux à concentration progressivement décroissante en soufre.

Les minéraux du niveau Dealul Bucătii sont considérés syn-épigénétiques, formés par l'imprégnation des dépôts sédimentaires pré-existants au proche voisinage de la surface active de sédimentation. Les éléments minéralisateurs ont été transportés par des exhalations et, moins probablement, par des solutions hydrothermales.

ÎNTRERBĂRI

D. Giușcă: Ce nivel de incredere au determinările de vîrstă absolută prin metoda Pb-Pb?

Răspuns: Determinările de vîrstă izotopice prin metoda Pb-Pb au un nivel ridicat de încredere, confirmat de raporturile izotopilor $206\text{ Pb}/204\text{ Pb}$, $207\text{ Pb}/204\text{ Pb}$, $208\text{ Pb}/206\text{ Pb}$ ale plumburilor din galenele minereurilor studiate, raporturi care sunt similare celor observate la plumbul „primitiv” cu evoluție monostadială (necontaminat) caracteristic acumulărilor vulcanogen-sedimentare, aşa cum au fost definite de către Russell și Fairhurst (1960); York și Farquhar (1973); Armstrong și Hein (1973). Pe baza vîrstelor izotopice Pb-Pb, minereurile formațiunii Dealul Bucătii se coreleză cu cele din „zona a III-a” Leșu Ursului, iar cele din formațiunea Burloaia-Gura Băii, cu cele din „zonele I și a II-a” de la Leșu Ursului. Această corelare are un grad ridicat de încredere, chiar dacă vîrstele izotopice în detaliu vor mai suferi modificări în viitor.

EXPLICATIONS DES PLANCHES

Planche I

Gura Băii

Position du niveau à sulfures Burloaia-Gura Băii

1, Minéral massif (B). Au niveau de l'horizon : a 1410 ; b 1460 ; 2, minéraux pré-massifs (AB) et/ou de dissémination (A) en chlorites ; 3, minéraux de dissémination en schistes chlorito-muscovitiques quartzitiques et/ou quartz-muscovitiques \pm chlorite ; 4, points de superposition des diagrammes de tendances pour : S, Cu, Pb et Zn ; 5, limite entre faciès : I, faciès central; II, faciès intermédiaire ; III, faciès marginal.

Planche IV

Burloaia

Position du niveau à sulfures Burloaia-Gura Băii

A, le niveau à sulfures à l'horizon minier ; B, signes pétrographiques : 1, minéraux de dissémination en schistes quartz-muscovitiques (métapsammites) supérieurs ; 2, minéraux massifs ; 3



minéraux pré-massifs et minéraux de dissémination en chloritites ; 4, minéraux de dissémination en schistes chlorito-muscovitiques et schistes quartz-chlorito-muscovitiques inférieurs ; C, autres signes ; 5, failles et indices de corrélation entre horizons ; 6, cadre de corrélation avec les diagrammes de tendances de la distribution S, Pb, Zn, Cu dans le gisement.

Planche VII

Minéralisations de sulfures — Dealul Bucății
Plan des points d'échantillonnage

Planche VIII

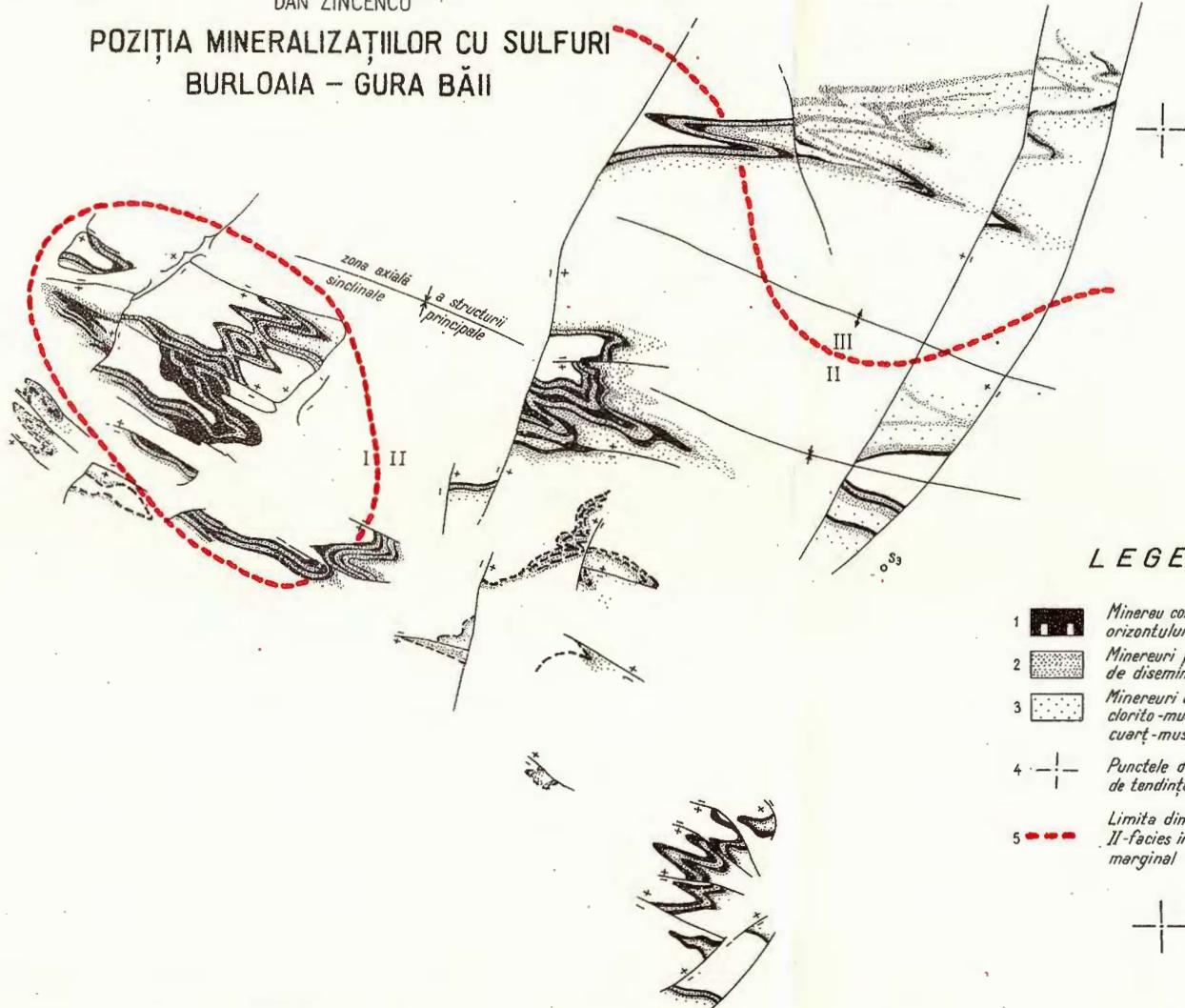
Minéralisations des sulfures — Dealul Bucății
Plan des concentrations significatives pour S, Cu, Pb, Zn



Institutul Geologic al României

DAN ZINCENCO

POZIȚIA MINERALIZAȚIILOR CU SULFURI BURLOAIA - GURA BĂII

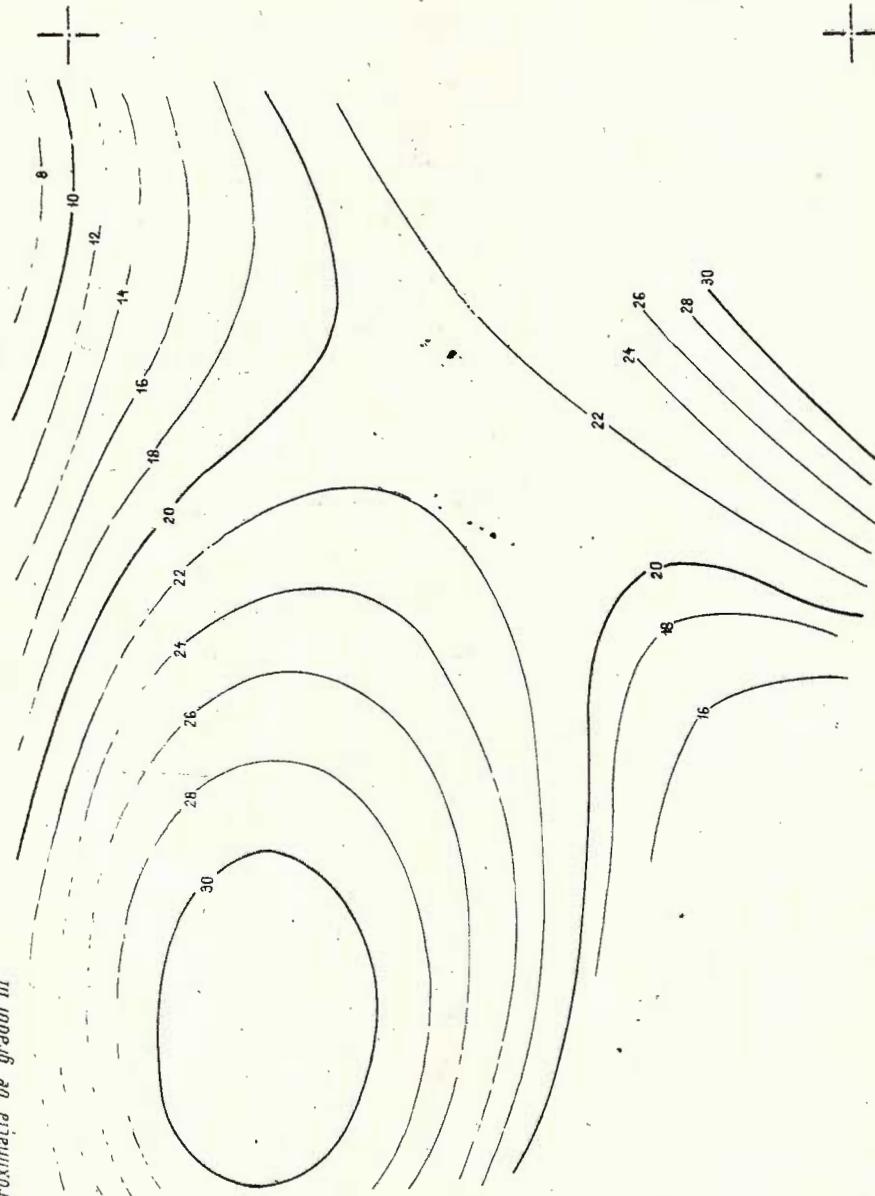
**LEGENDA**

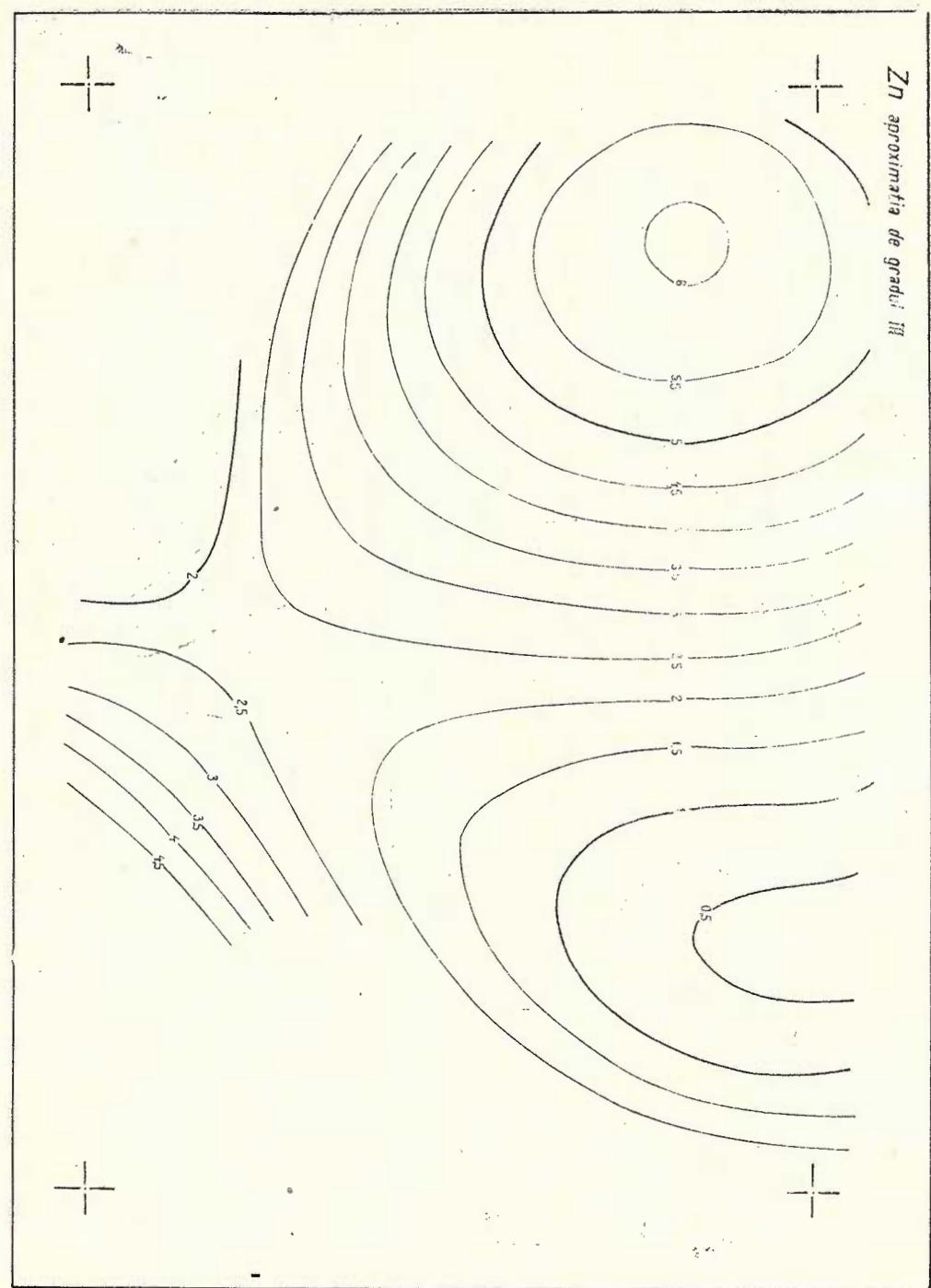
- 1 Minereu compact (B). La nivelul orizontului: a 1410; b 1480
- 2 Minereuri precompacte (AB) și/sau de diseminare (A) în cloritite
- 3 Minereuri de diseminare în gășturi clorito-muscovitice cu quartzo și/sau cuart-muscovitice ± clorit
- 4 Punctele de suprapunere a diagramelor de tendințe pentru: S, Cu, Pb și Zn
- 5 Limita dintre făciesuri: I-făcies central, II-făcies intermediar, III-făcies marginal



M. II_t

S aproximativ de gradul III

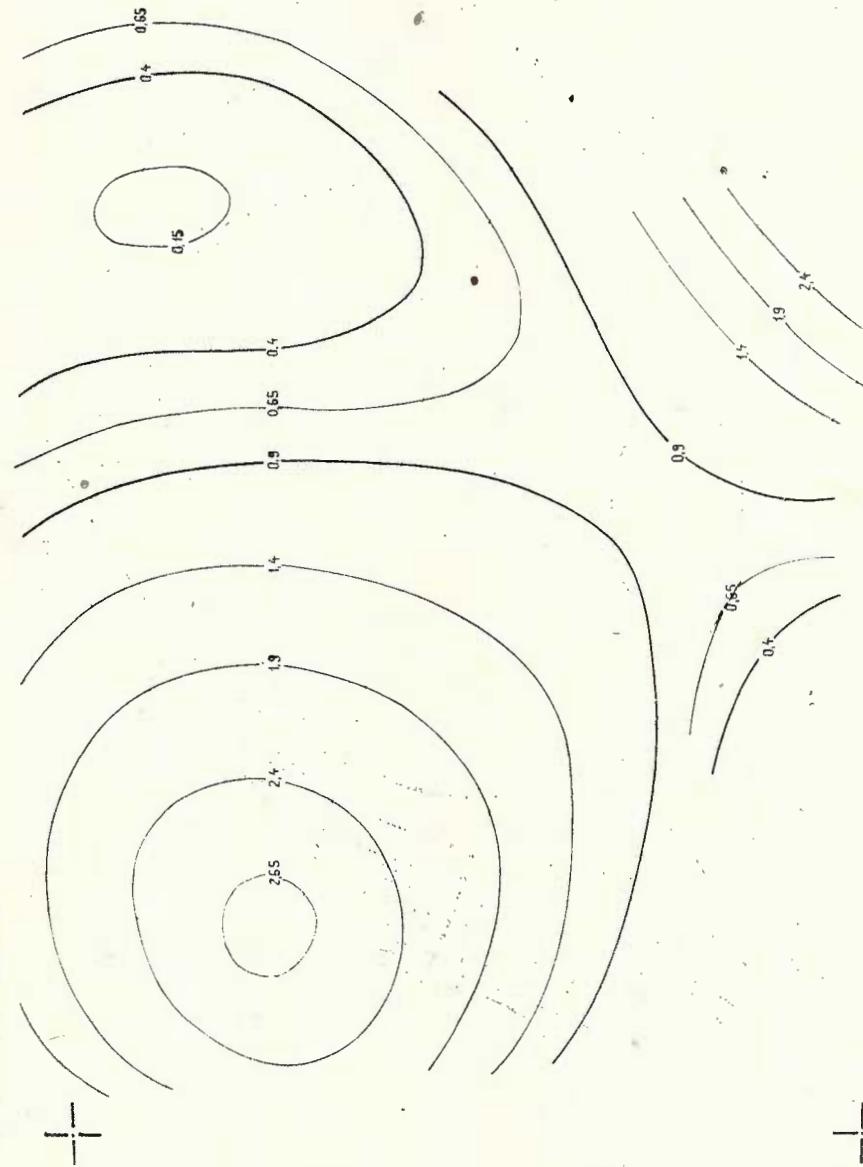




P. II₃

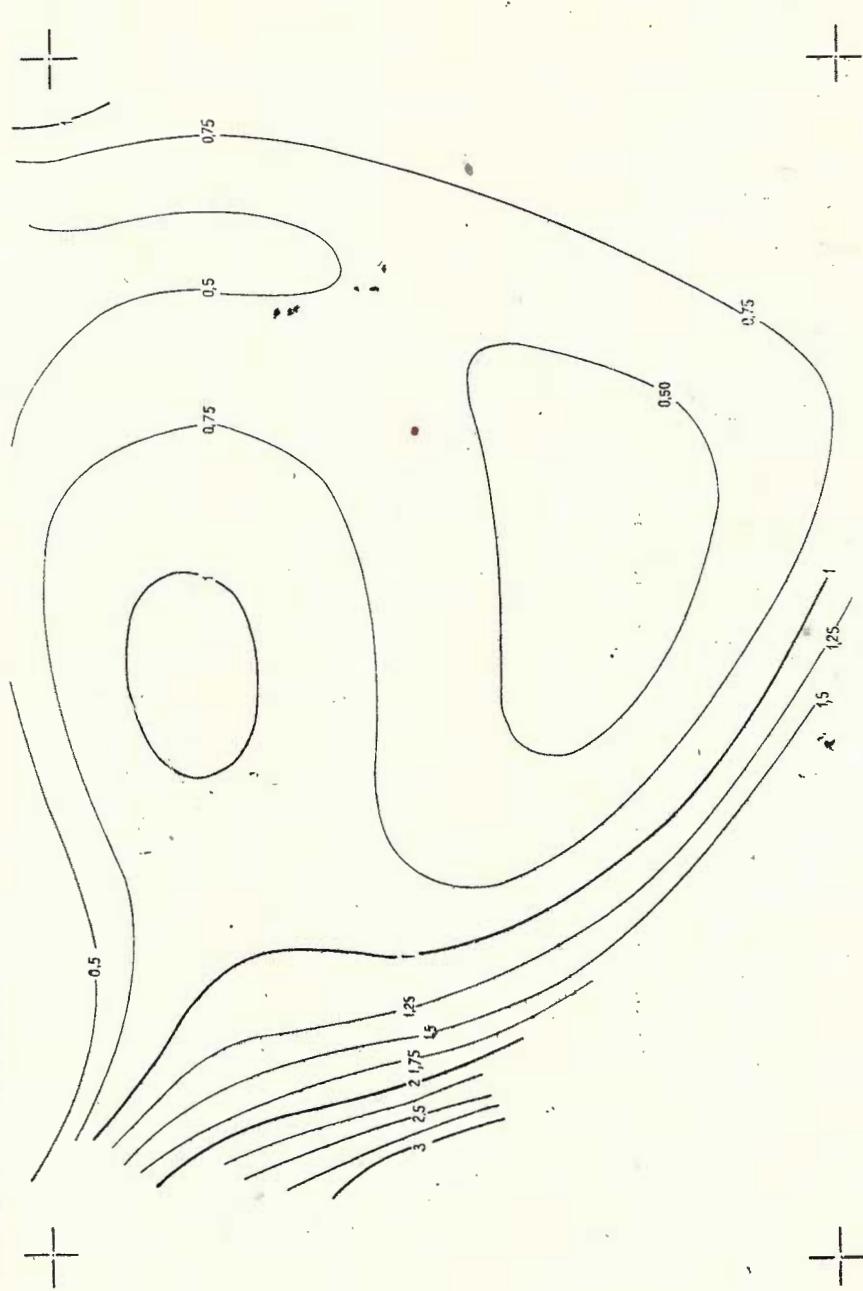
i.e. 29

ρ_b aproximativa de gradul III



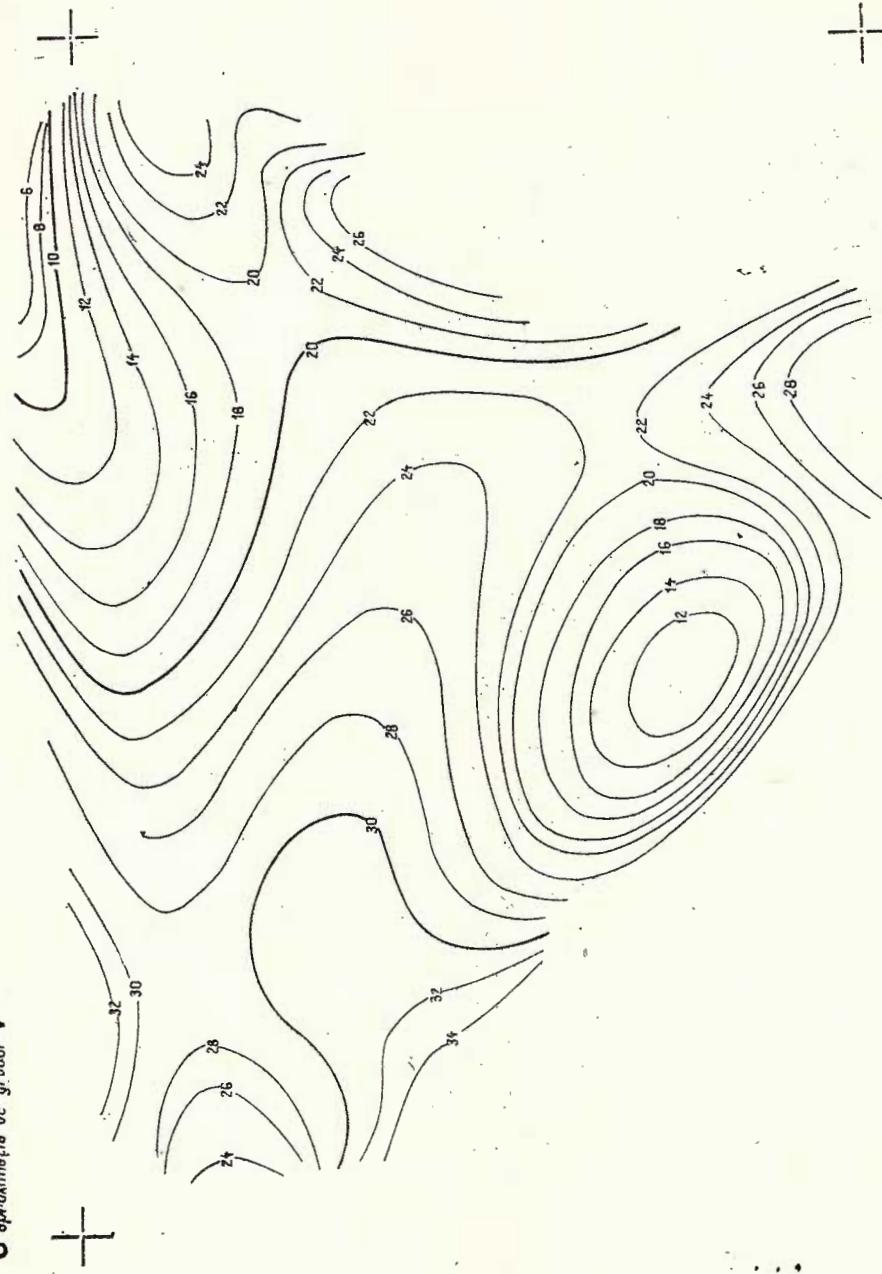
Institutul Geologic al României

Cu approximativa de gradul III



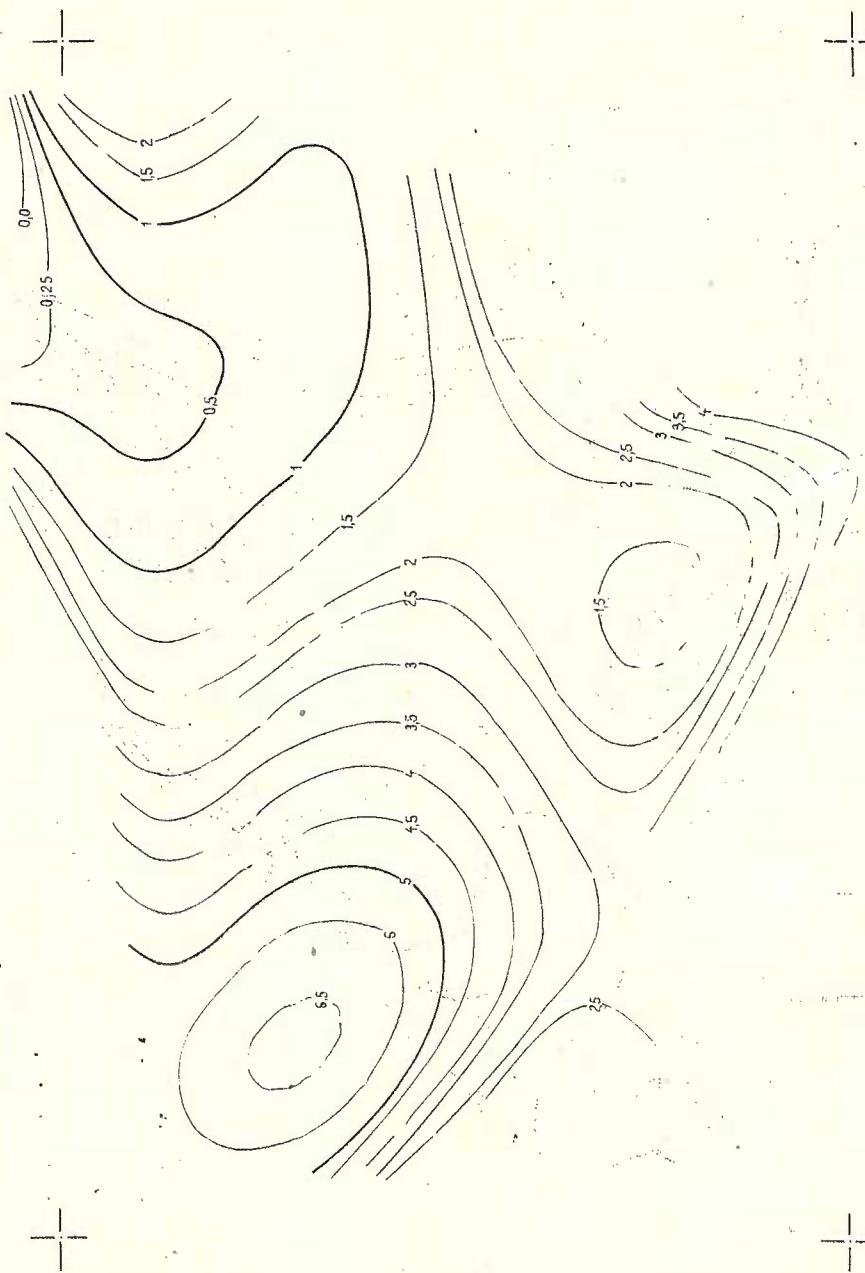
Institutul Geologic al României

S aproximativa de gradul V



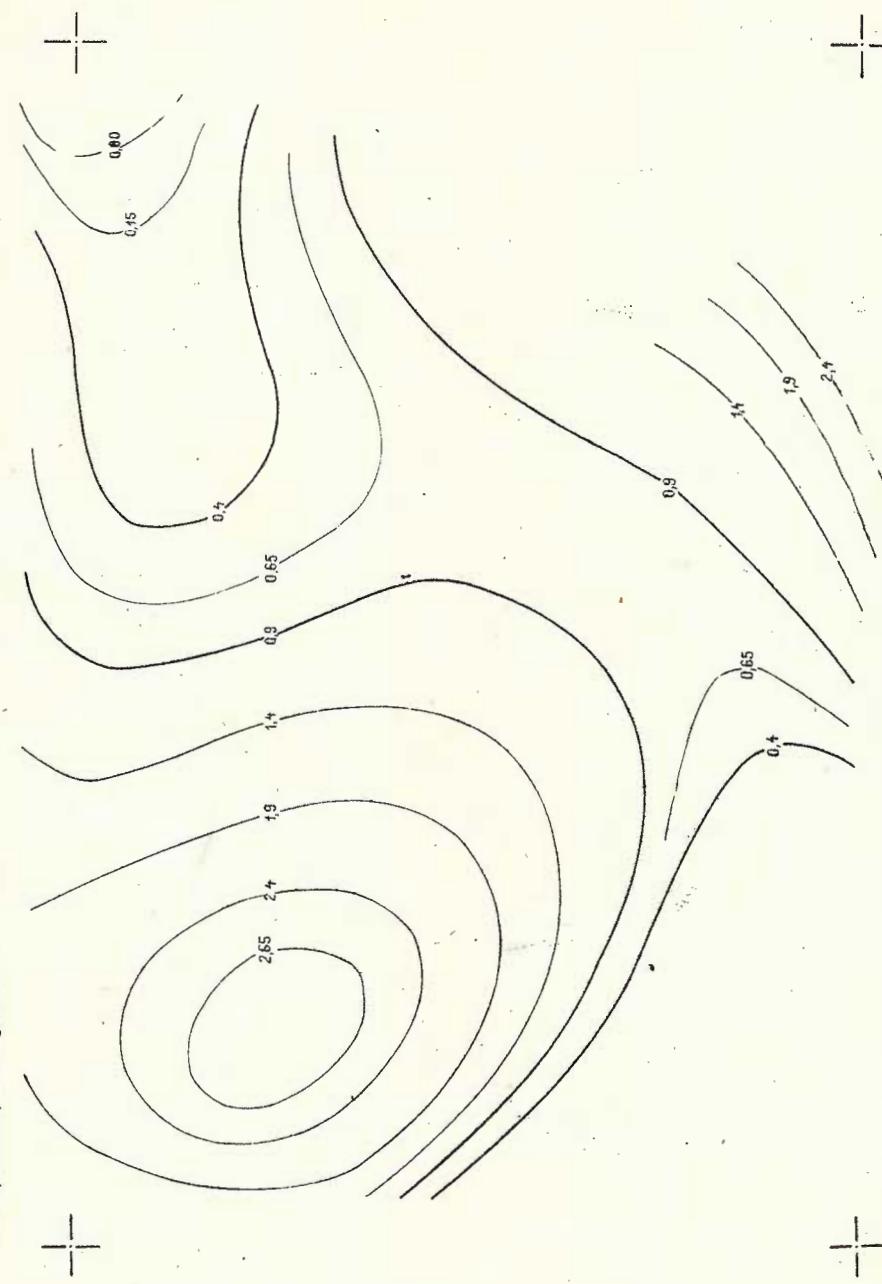
Pl. III_a

Zn aproximativ de gradul V



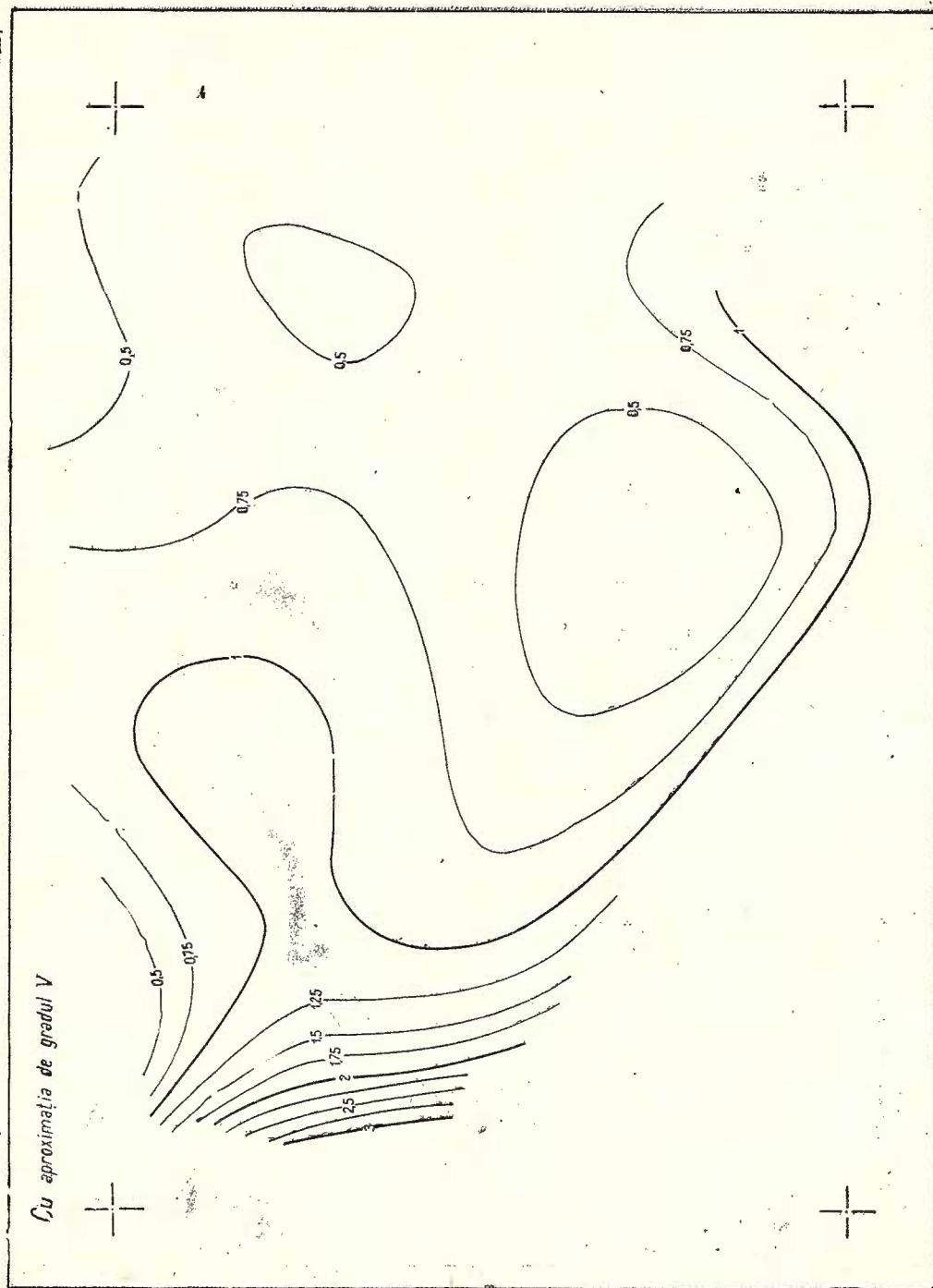
Institutul Geologic al României

Pb approximativa de gradul IV

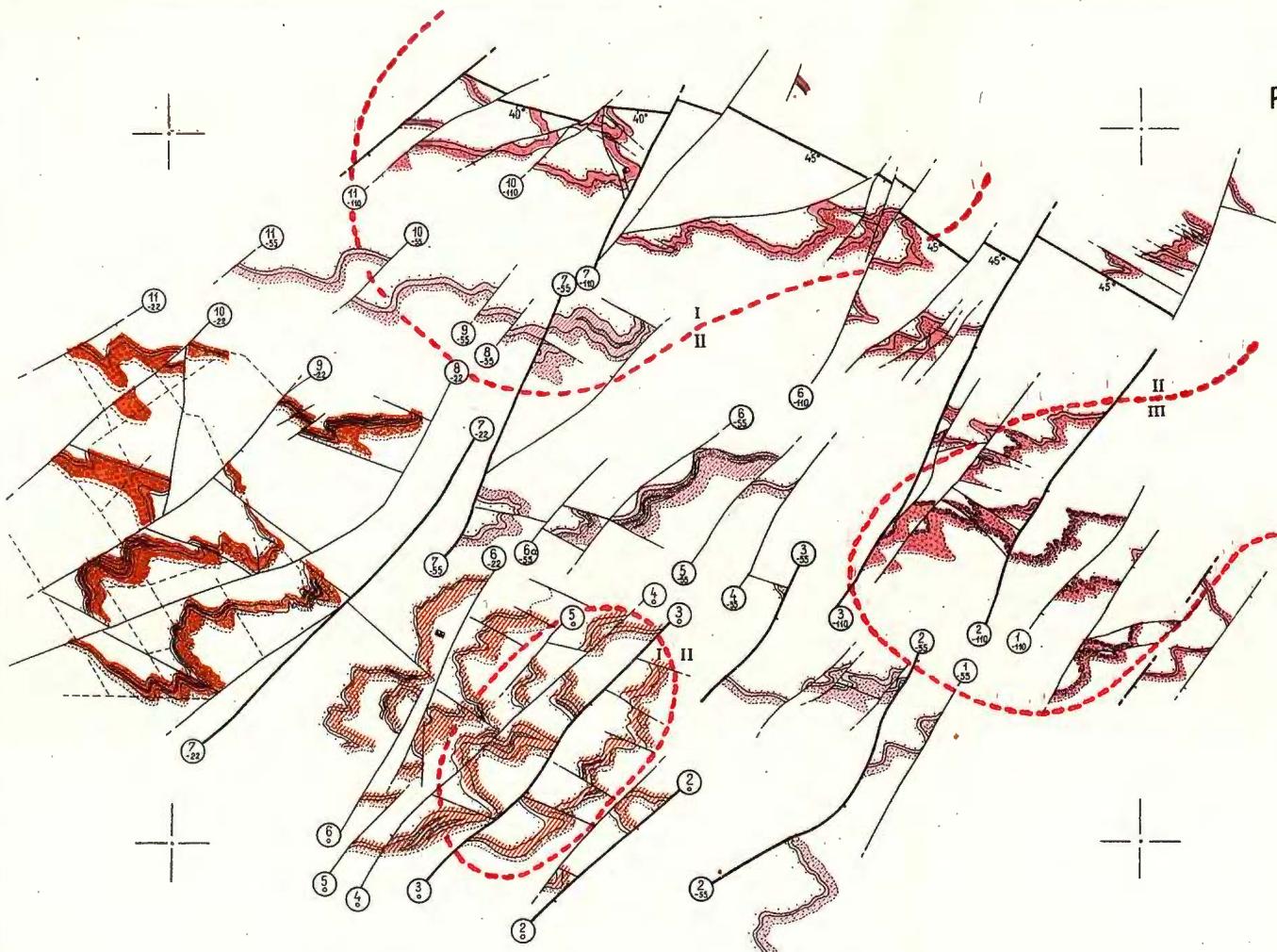


Institutul Geologic al României

Cu aproximativă de gradul V



DAN ZINCENCO
POZIȚIA NIVELULUI CU SULFURI
BURLOAIA - GURA BĂII



LEGENDA

A. NIVELUL CU SULFURI LA ORIZONTUL MINIER

- 0
- 22
- 55
- 110

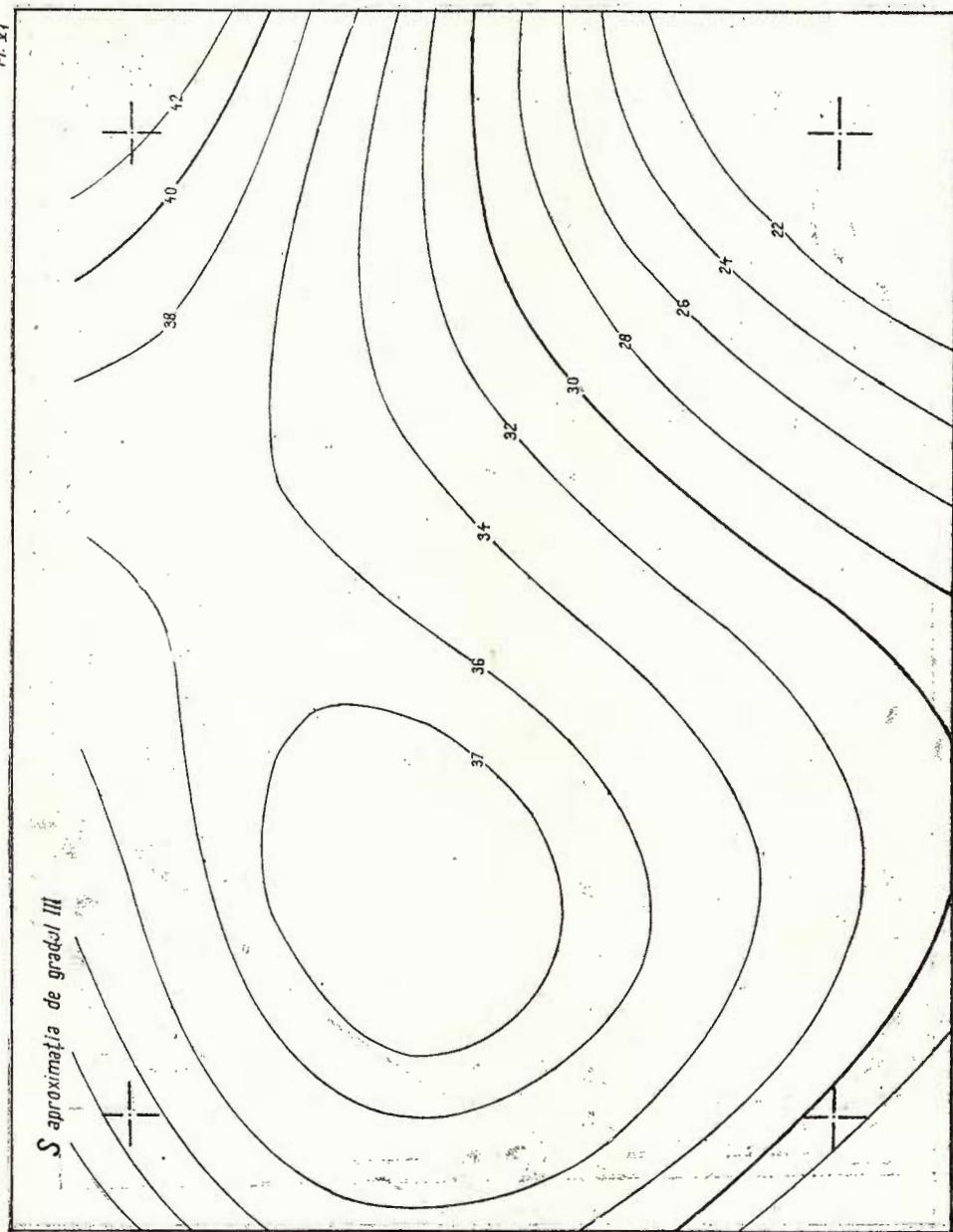
B. SEMNE PETROGRAFICE

- 1 Minereuri de diseminare în sisturi cuarț-muscovitice (metapsamite) superioare
- 2 Minereuri compacte
- 3 Minereuri precompacte și minereuri de diseminare în cloritite
- 4 Minereuri de diseminare în sisturi clorito-muscovitice și sisturi cuarț-clorito-muscovitice inferioare

C. ALTE SEMNE

- 5 Fali și indicații de corelare între orizonturi
- 6 Cadru de corelare cu diagramele de tendințe ale distribuției S, Pb, Zn, Cu în zăcămînt
- 7 Limita dintre faciesuri: I-facies central, II-facies intermediar, III-facies marginal.

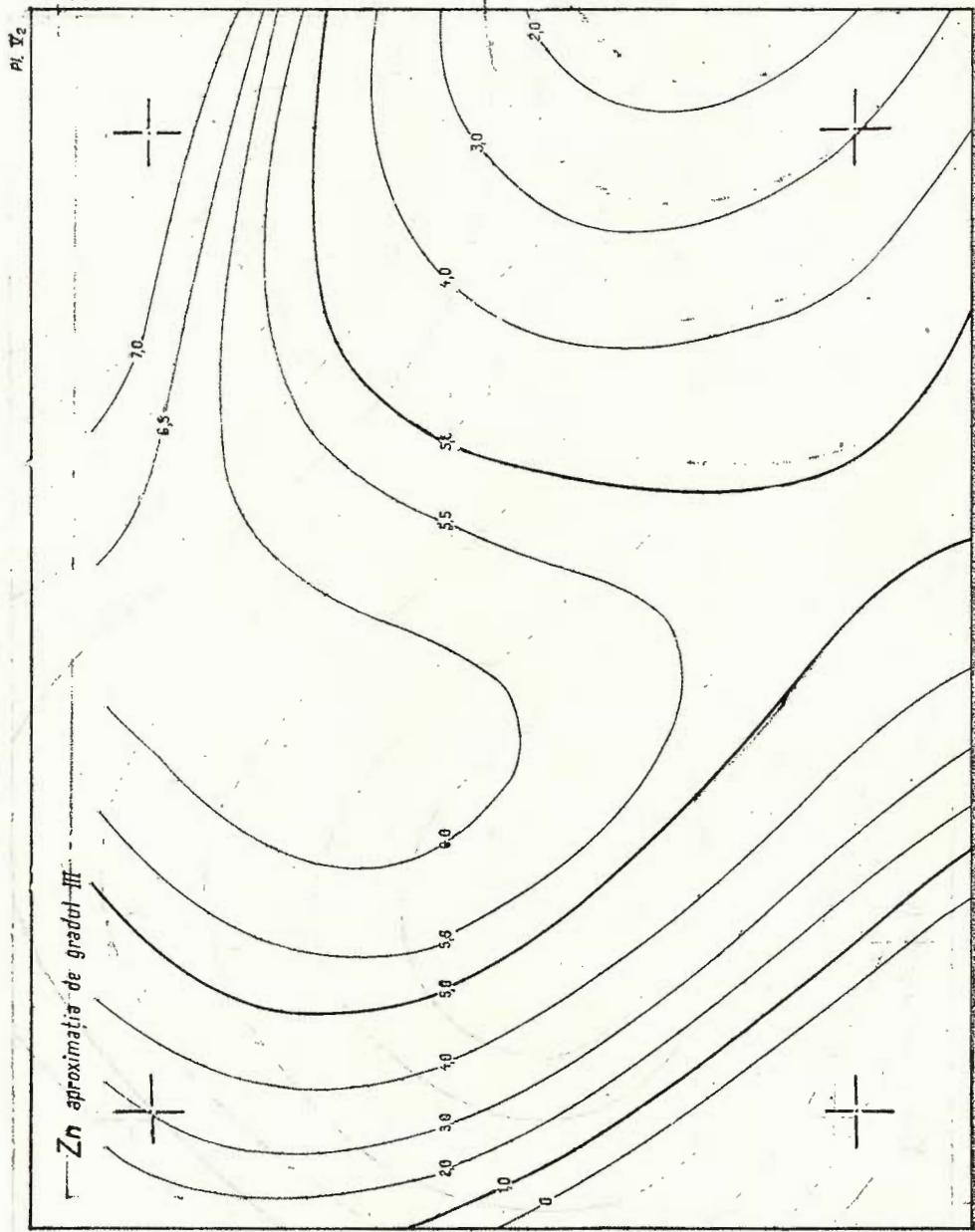
Pi. Y_t



S aproximativa de gradul III

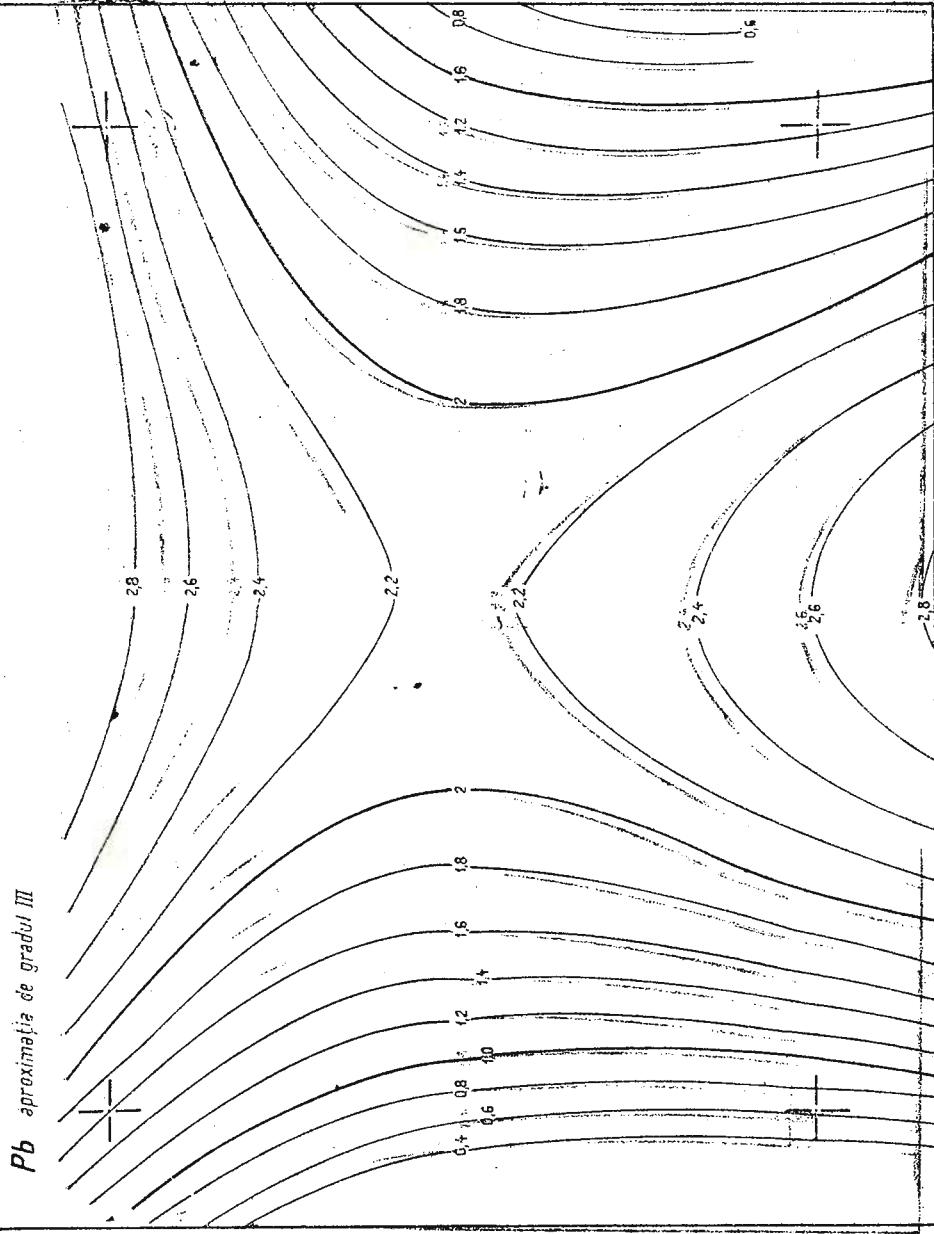


Institutul Geologic al României

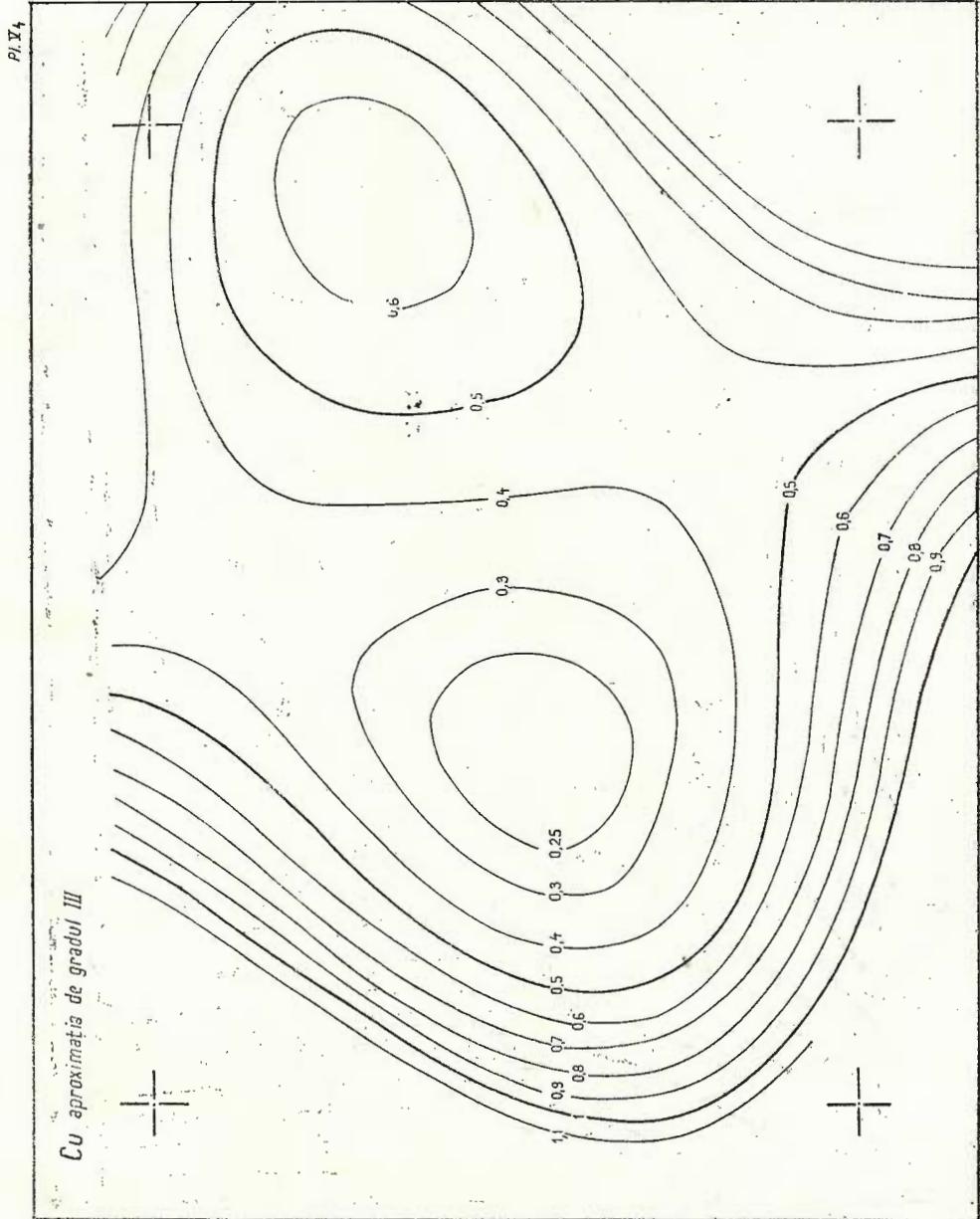


Institutul Geologic al României

P_b Y₃

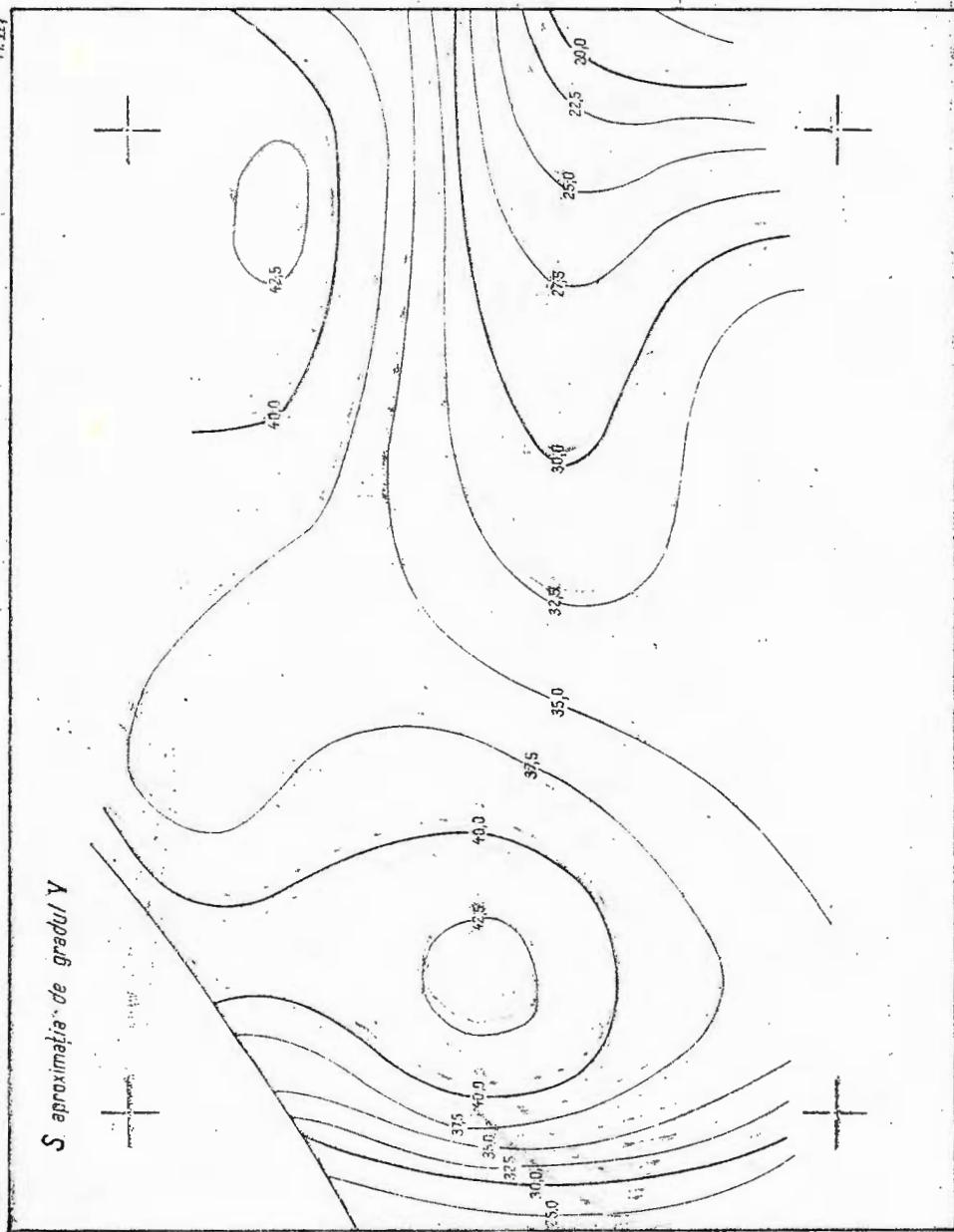


Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

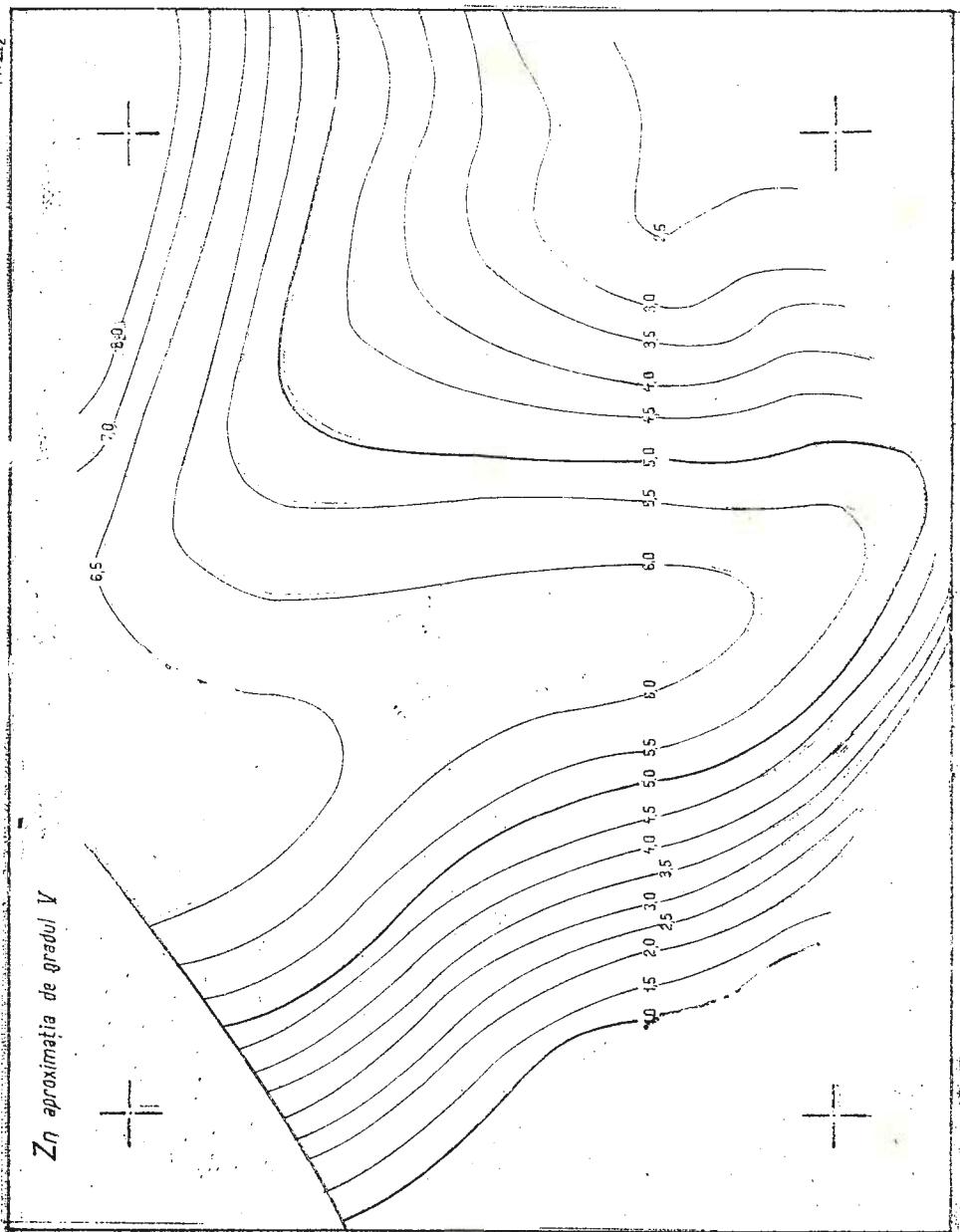
S aproximativ de gradul V

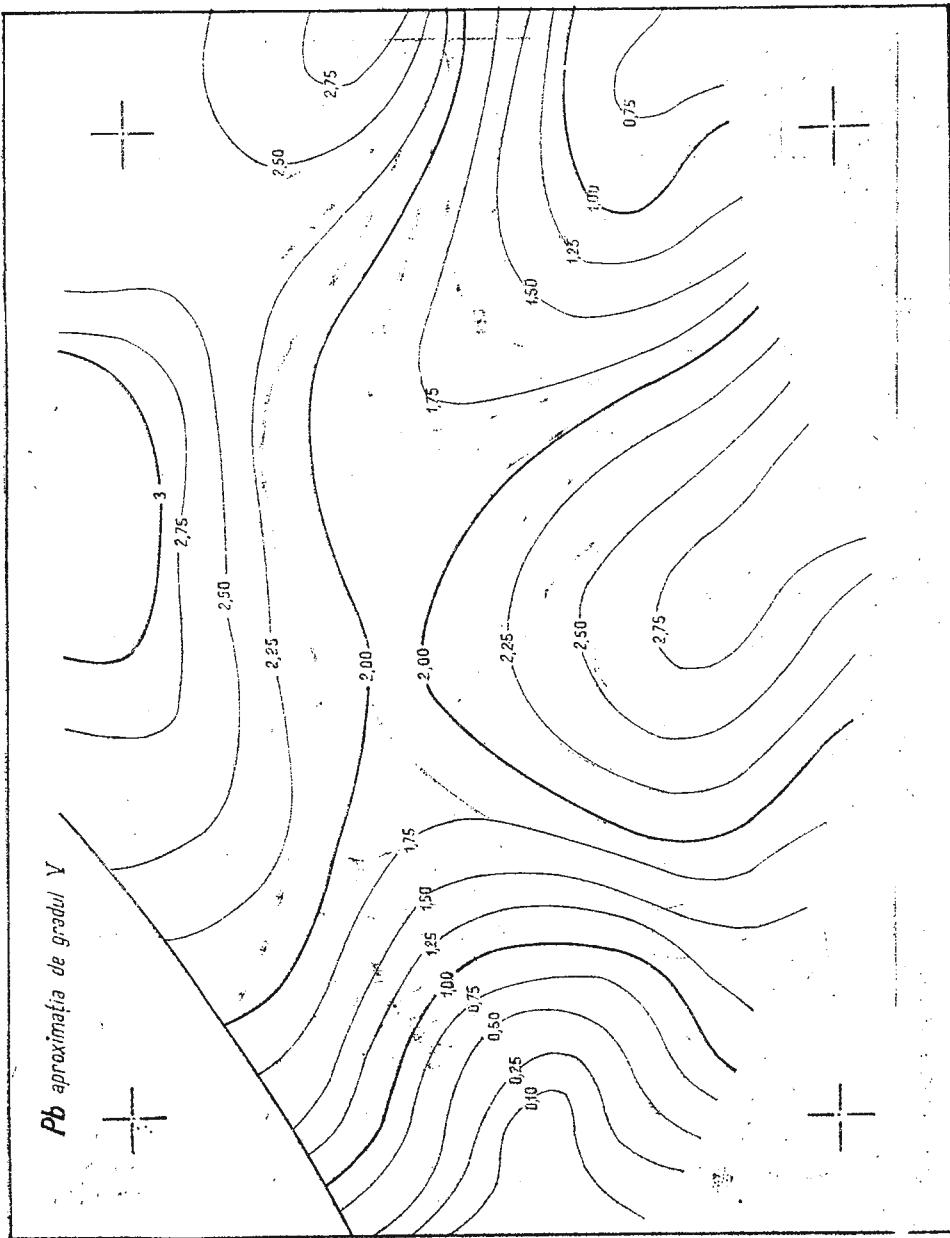


Institutul Geologic al României

Zn aproximativa de gradul V

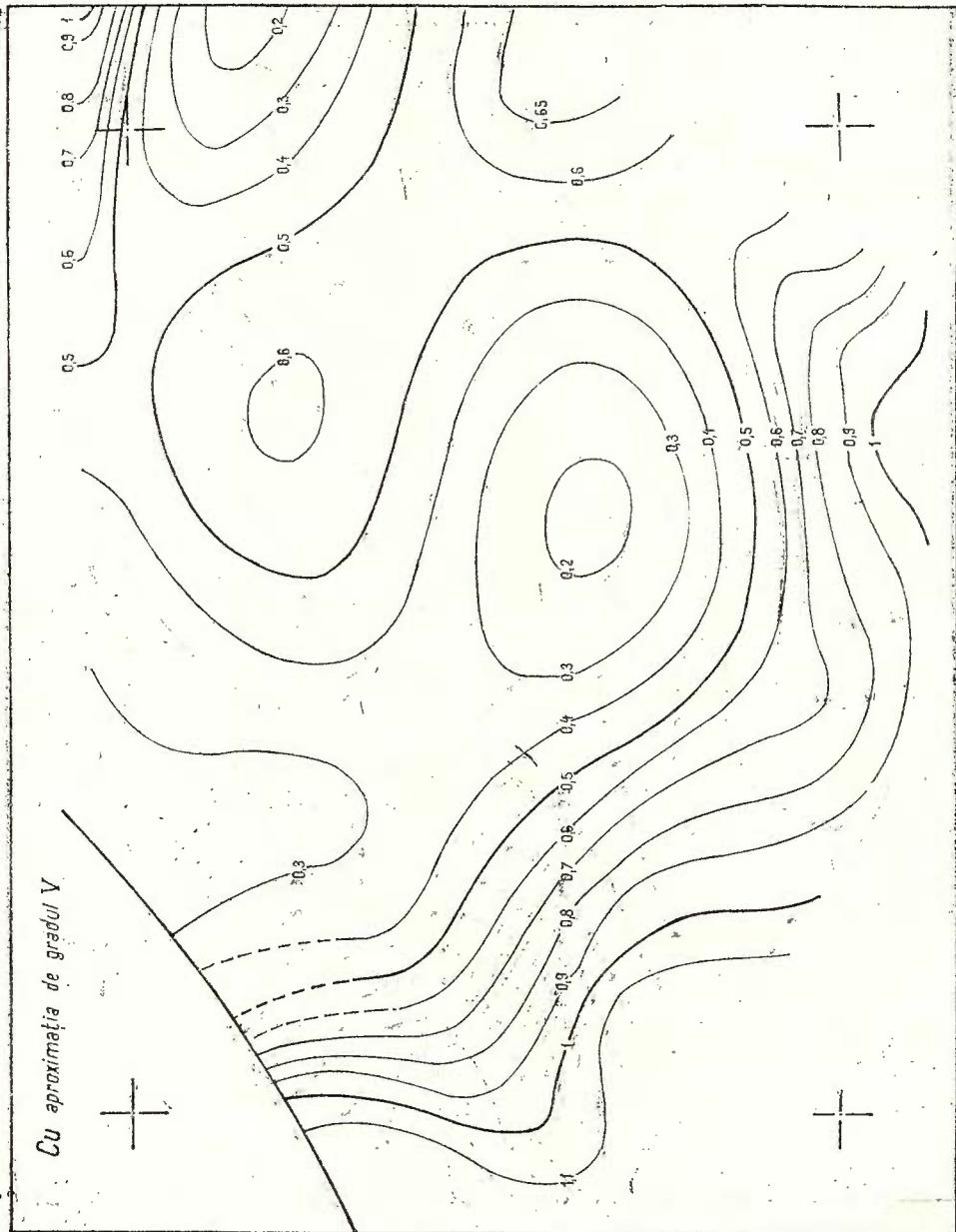
ρ₁ VII₂





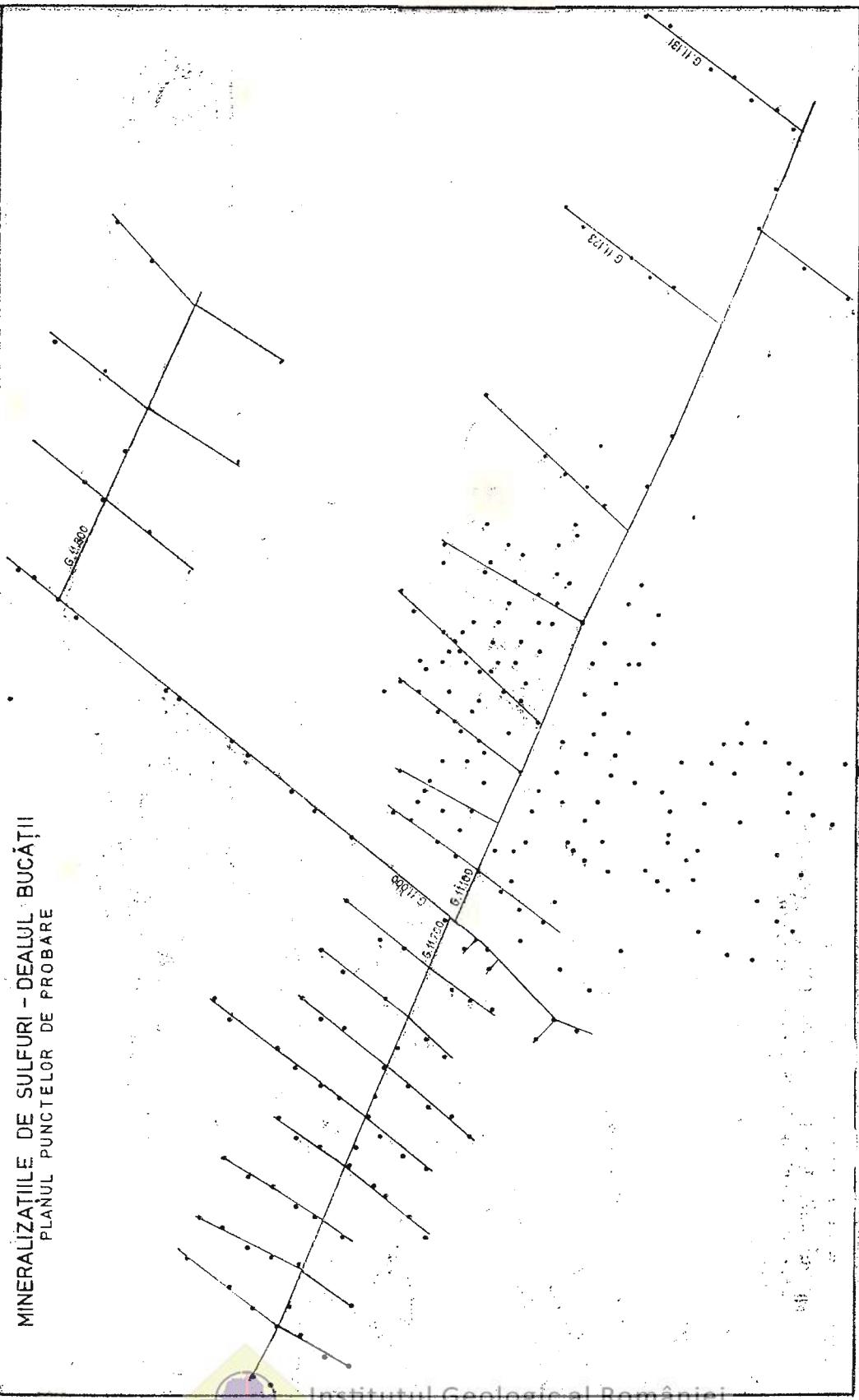
Pl. VIIa

Cu aproximativa de gradul V

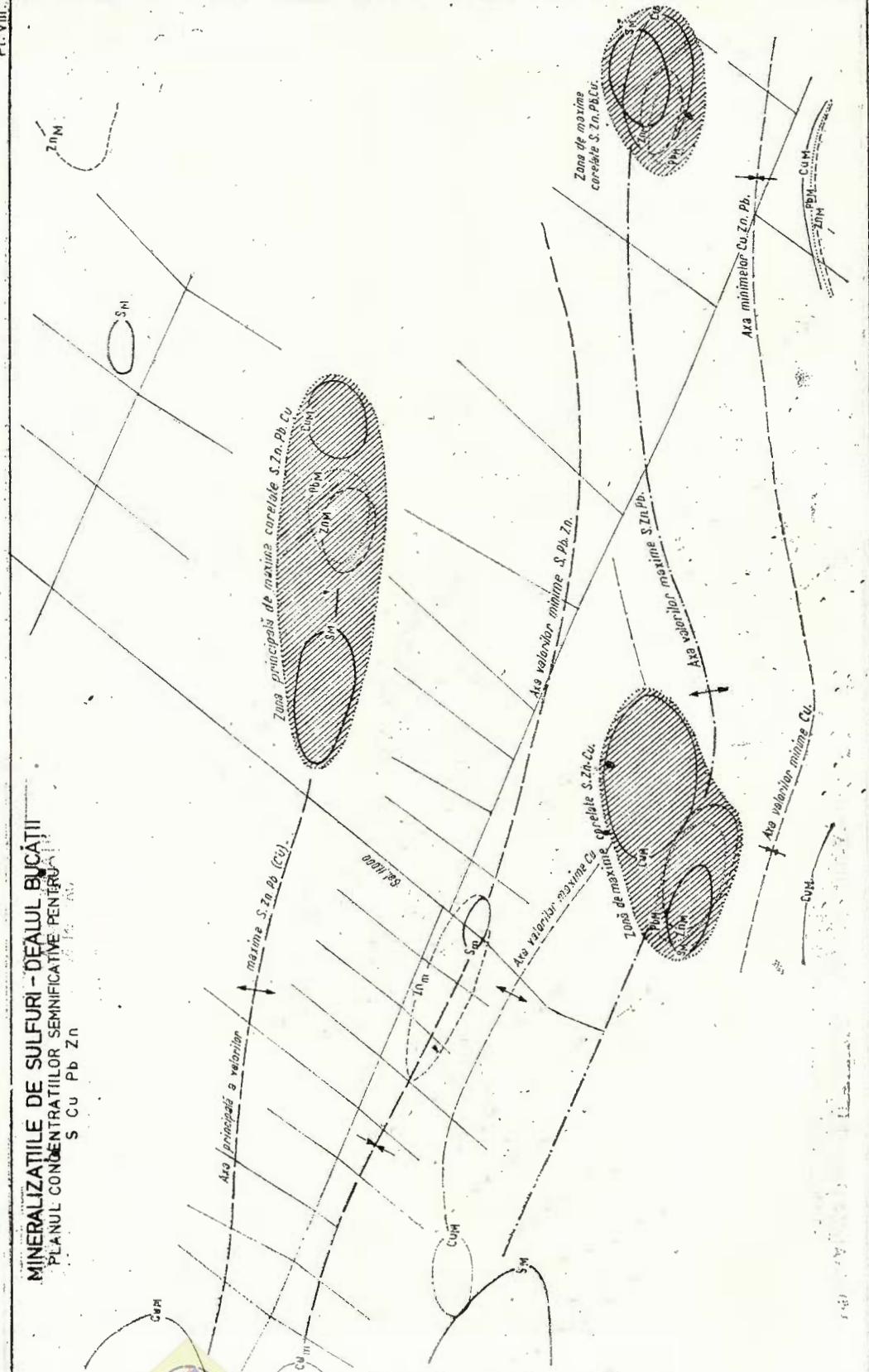


Institutul Geologic al României

MINERALIZAȚIILE DE SULFURI - DEALUL BUCĂTII
PLANUL PUNCTELOR DE PROBARE

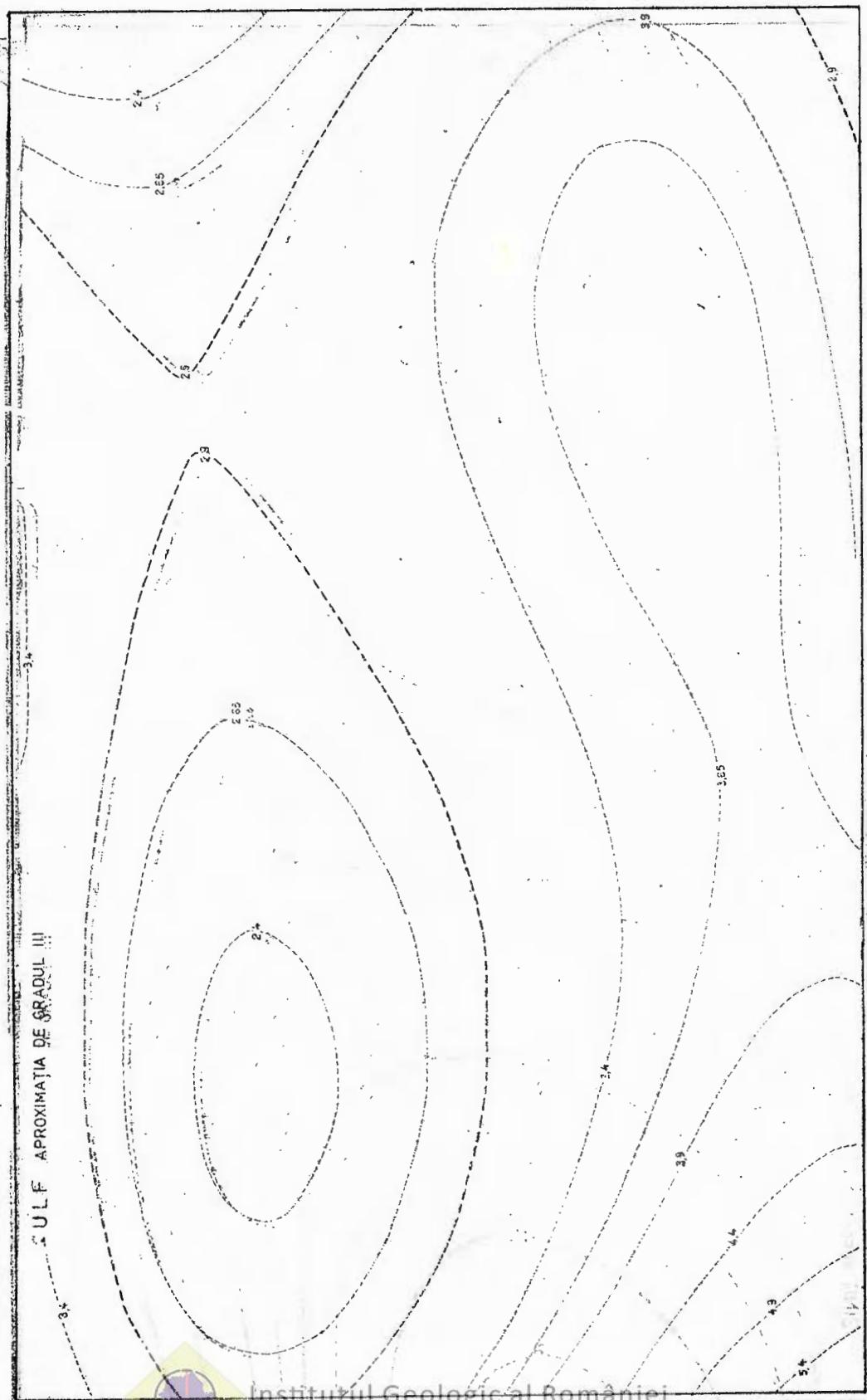


**MINERALIZAȚIILE DE SULFURI - DEAULUI BUCĂTII
PLANUL CONCENTRATILOR SEMNIFICATIVE PENTRU
S Cu Pb Zn**

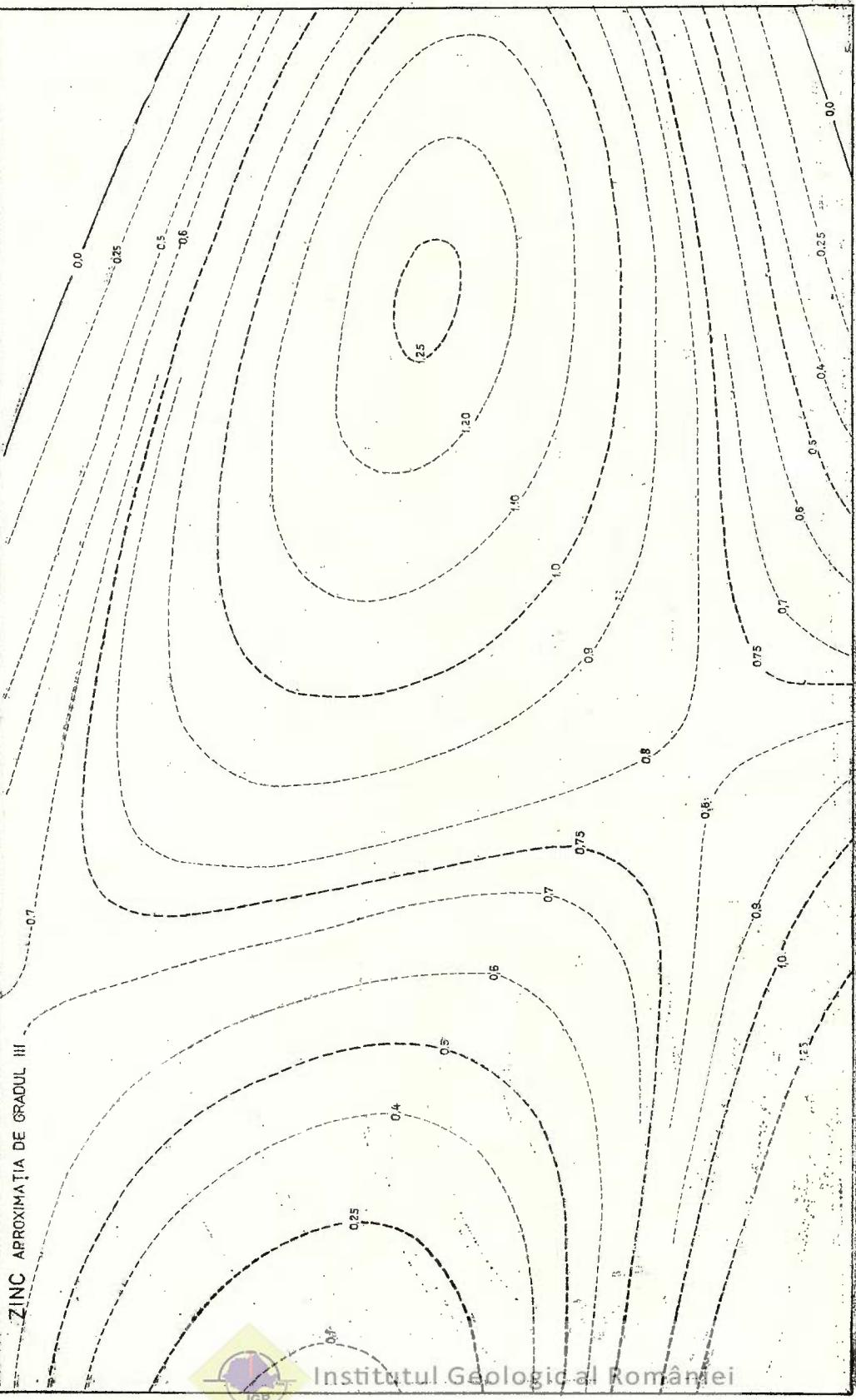


Pl. IX

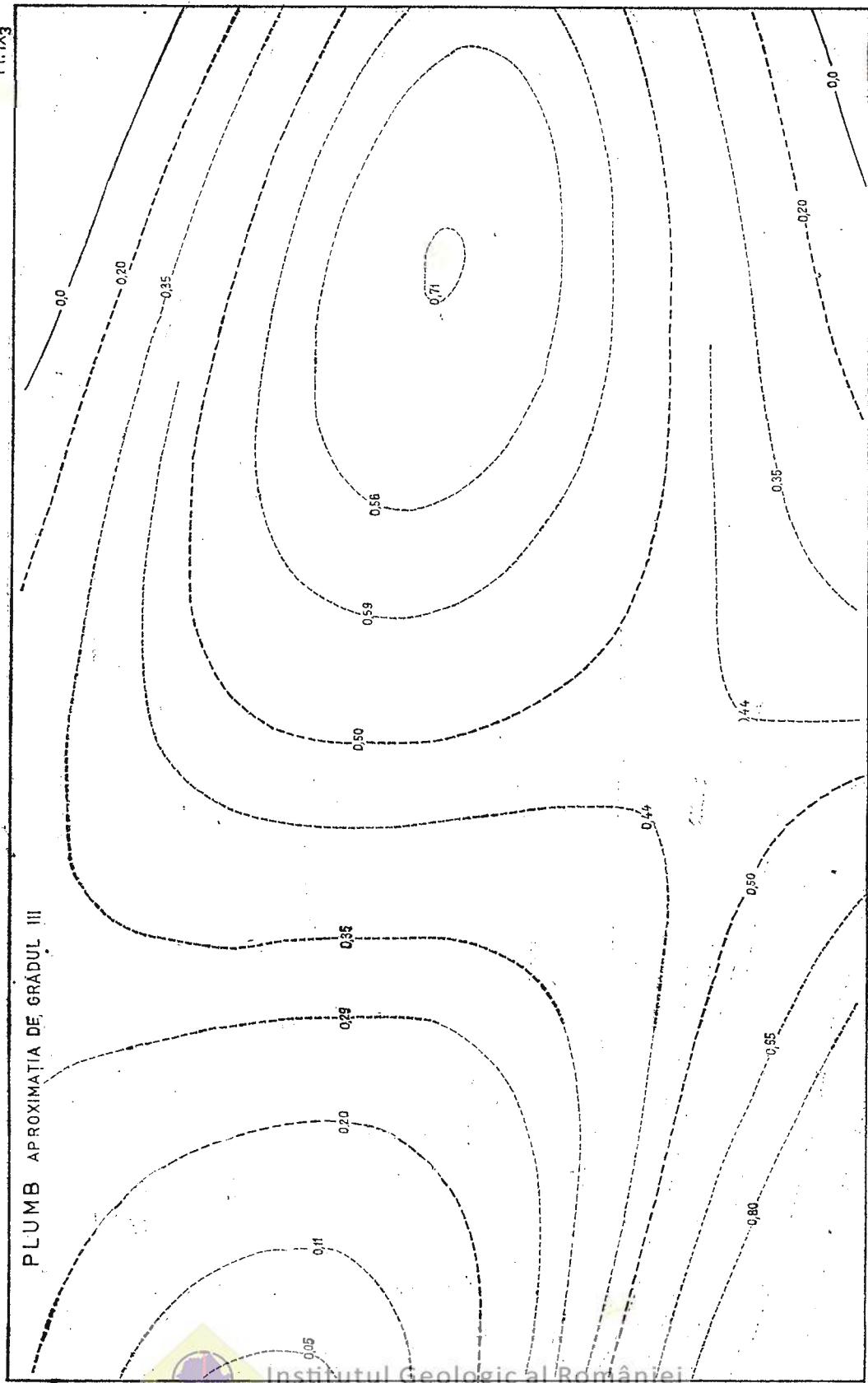
SULF APROXIMATĂ DE GRADUL III



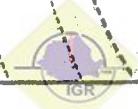
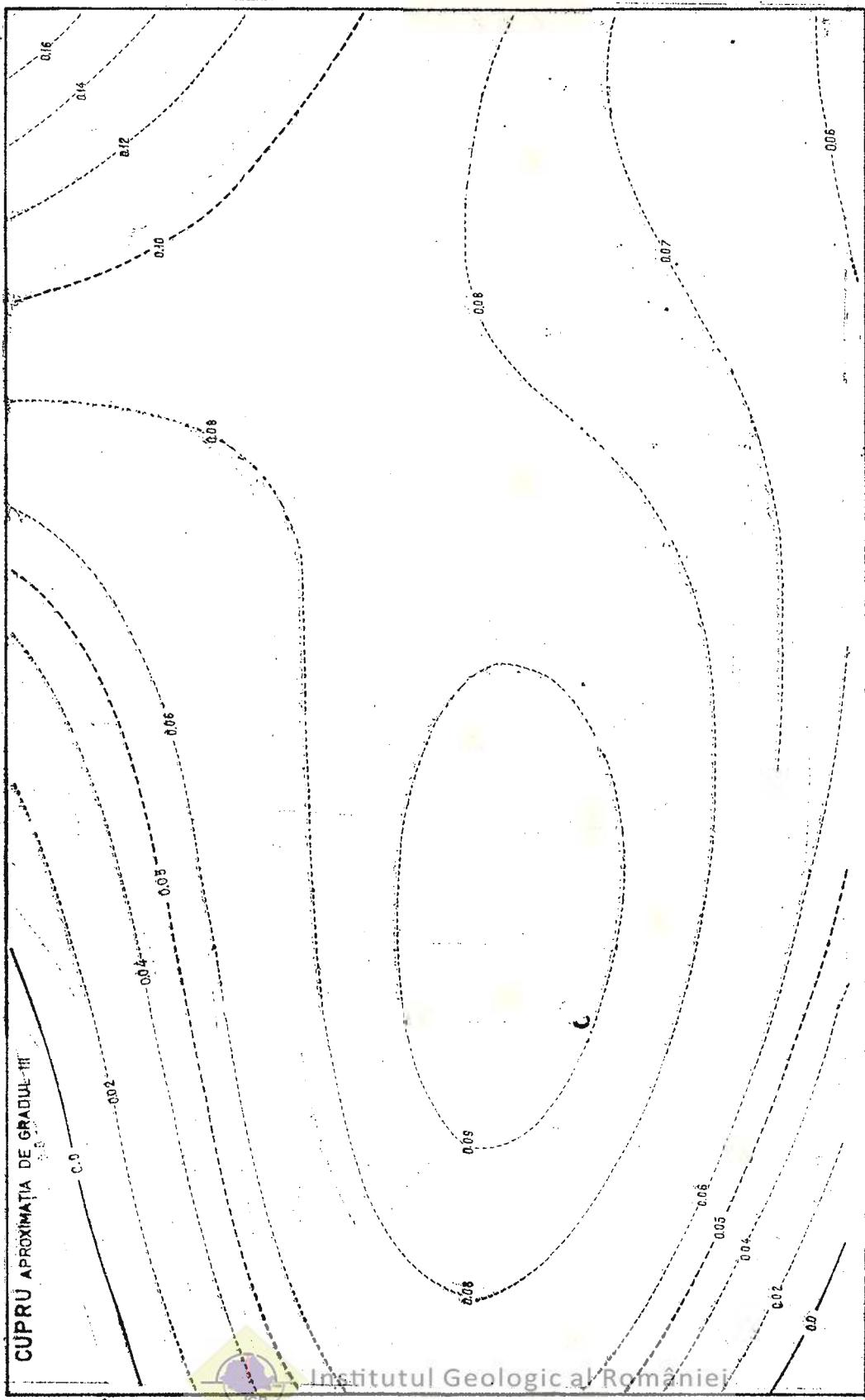
Institutul Geological al României



Pl. IX³

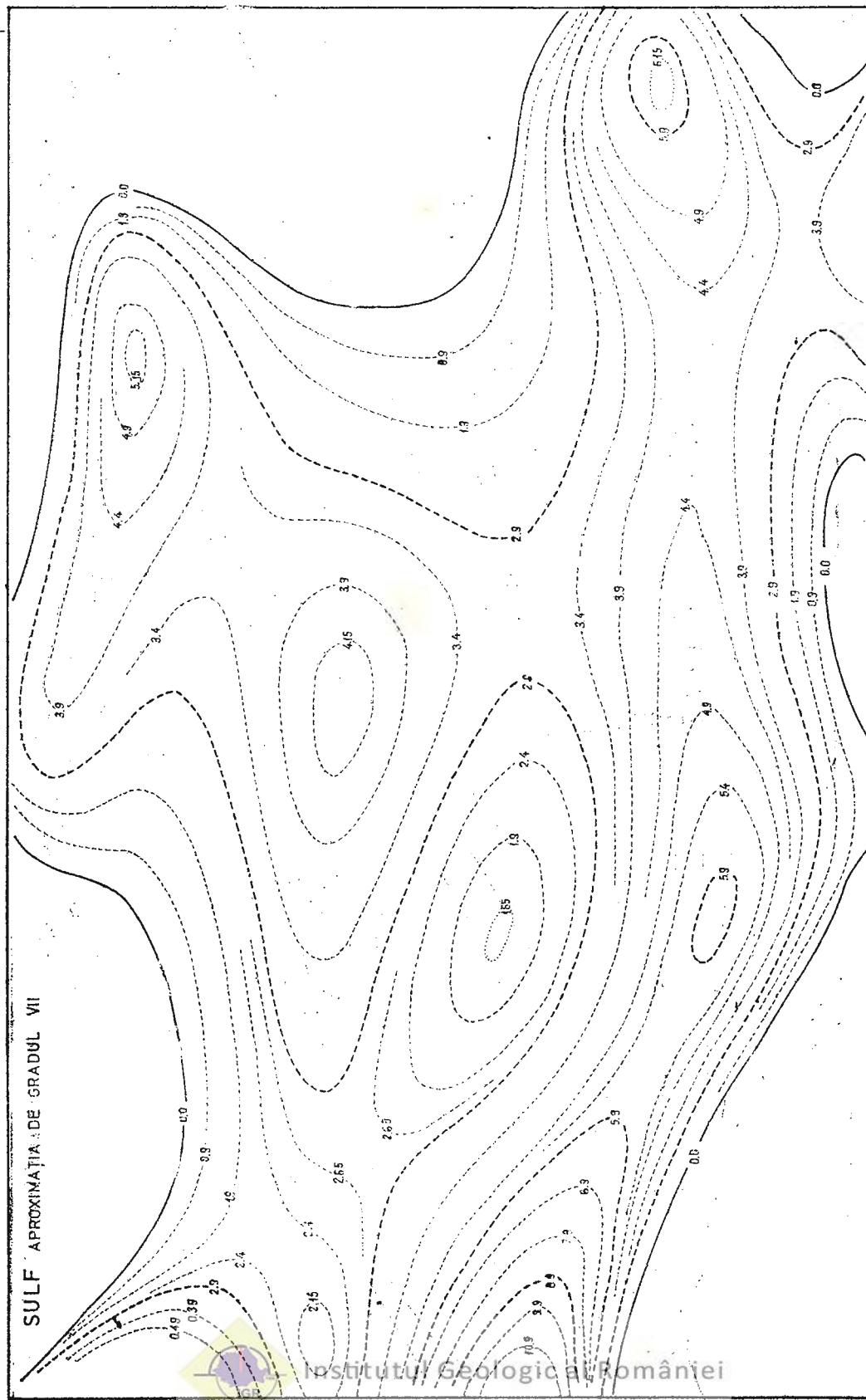


Pl. IX₄



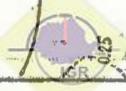
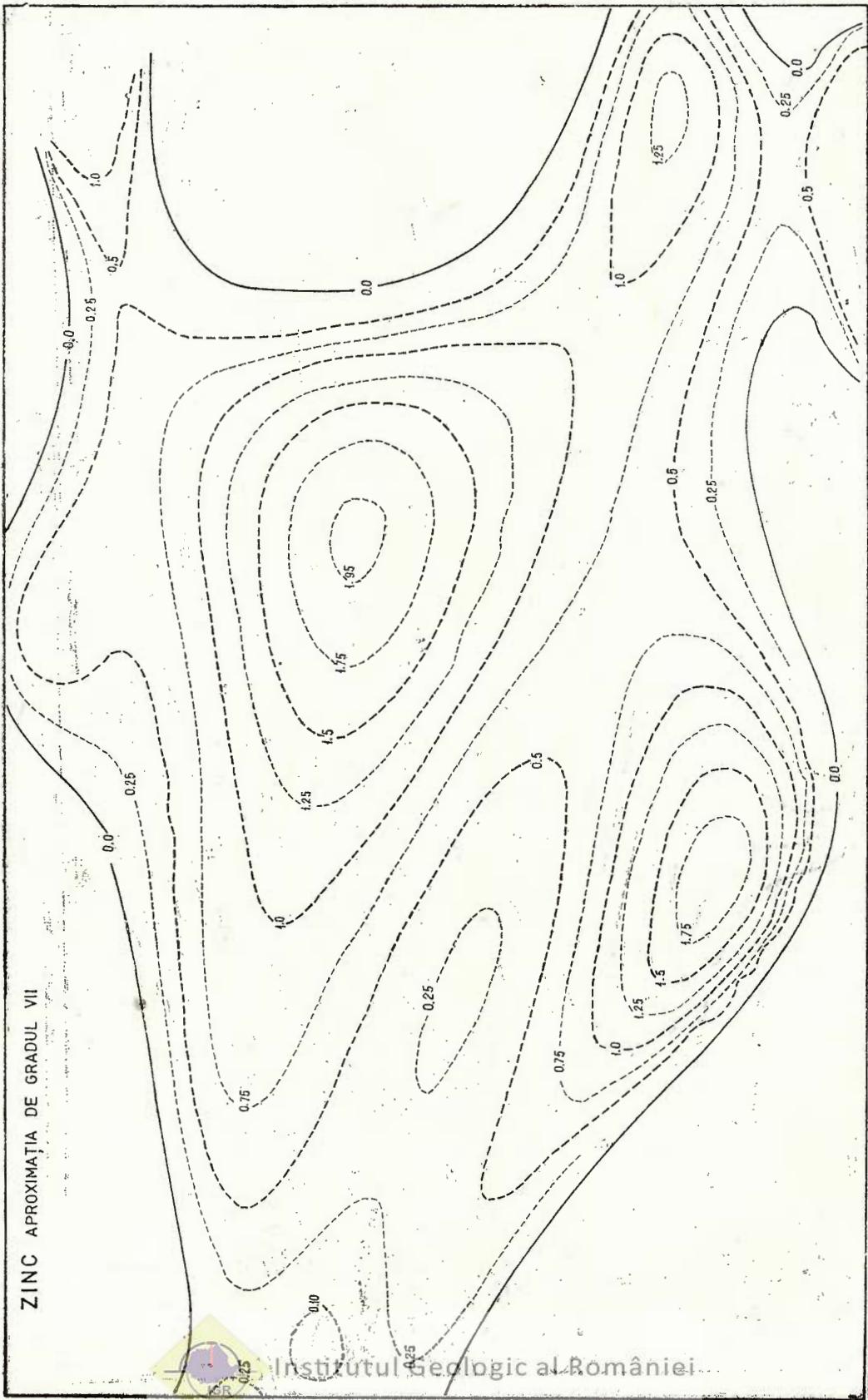
Institutul Geologic al României

SULF APPROXIMATIV DE GRADUL VII



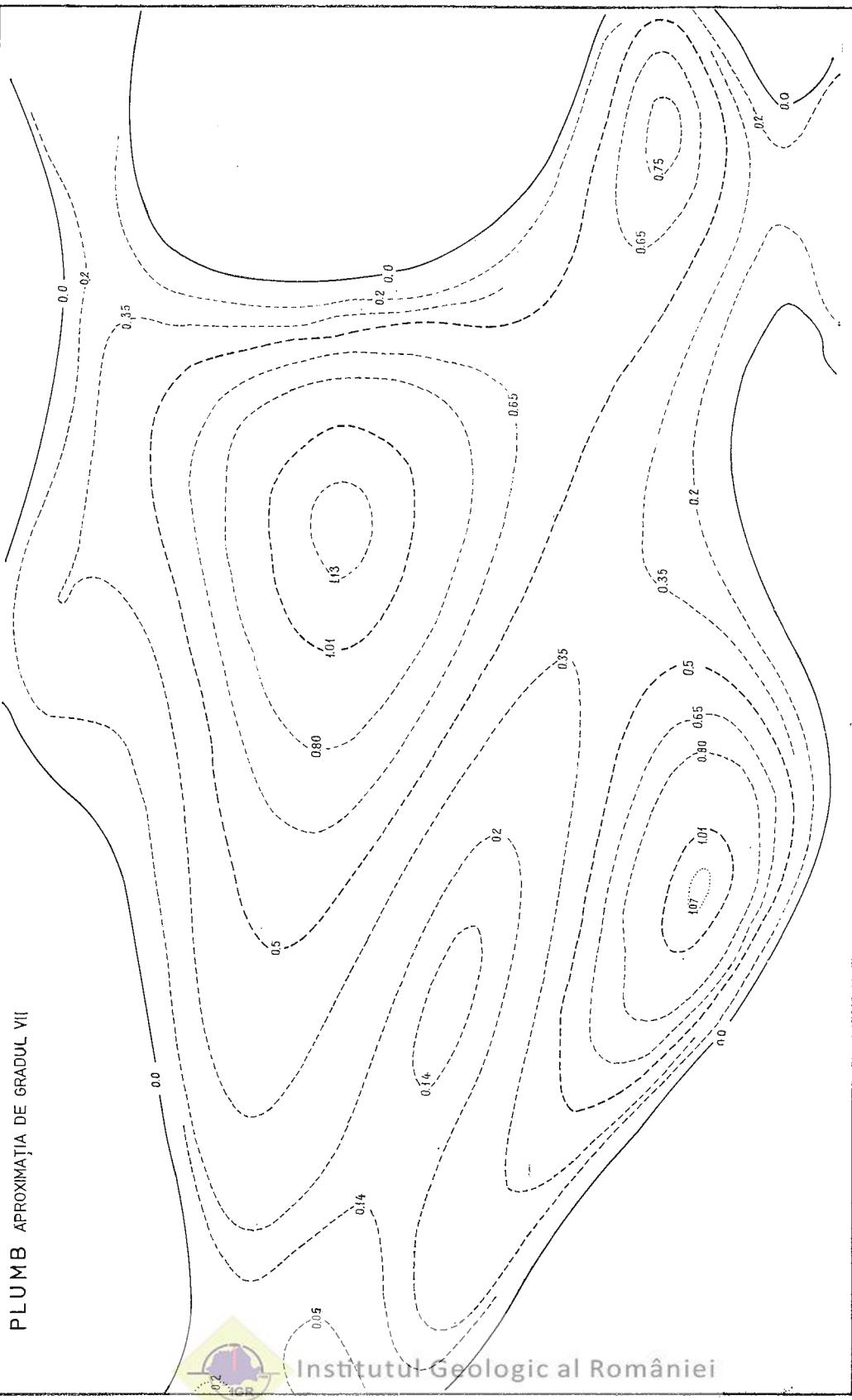
•Pl. X2

ZINC APROXIMATIA DE GRADUL VII



Institutul Geologic al României

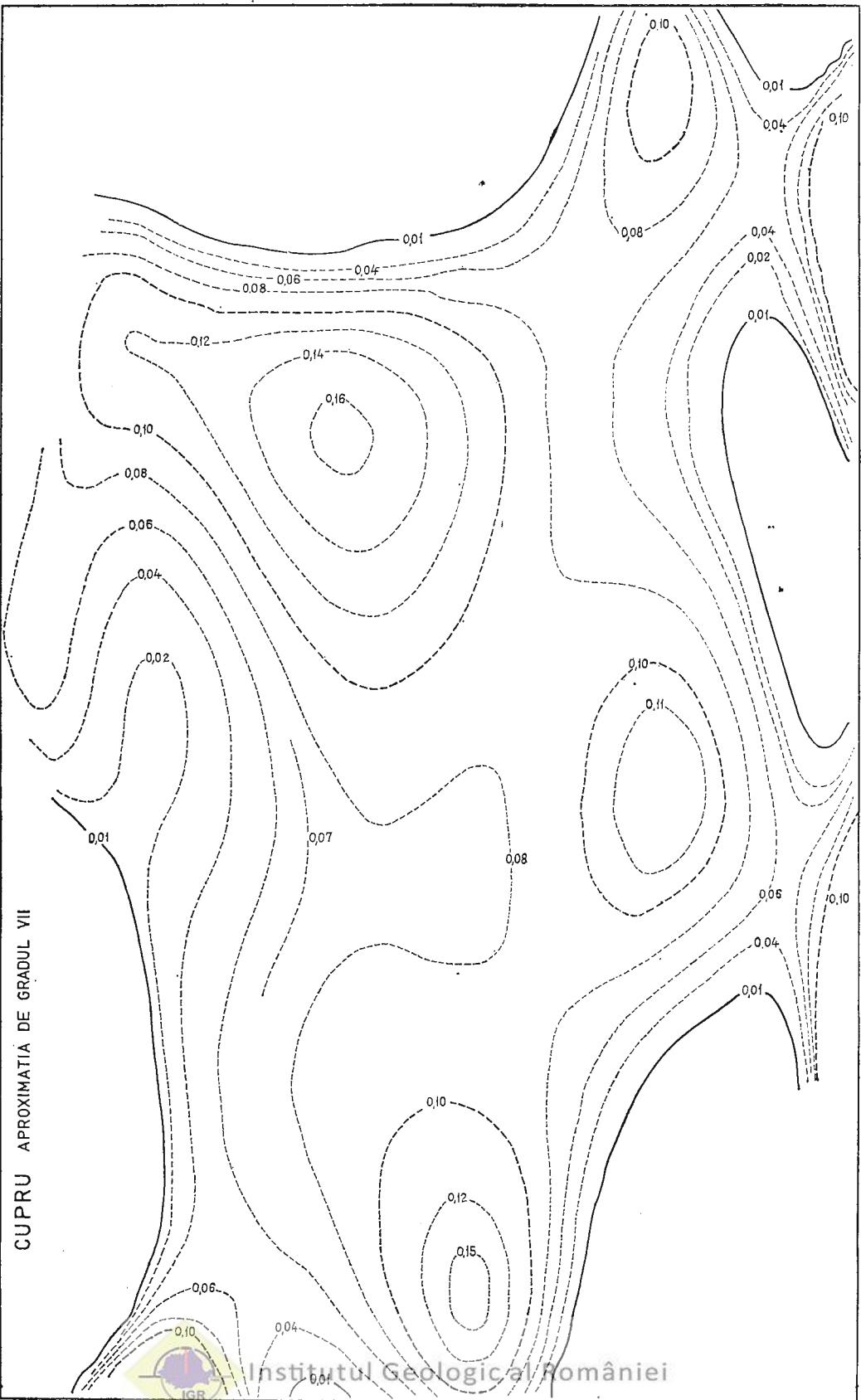
Pl. X3



Institutul Geologic al României

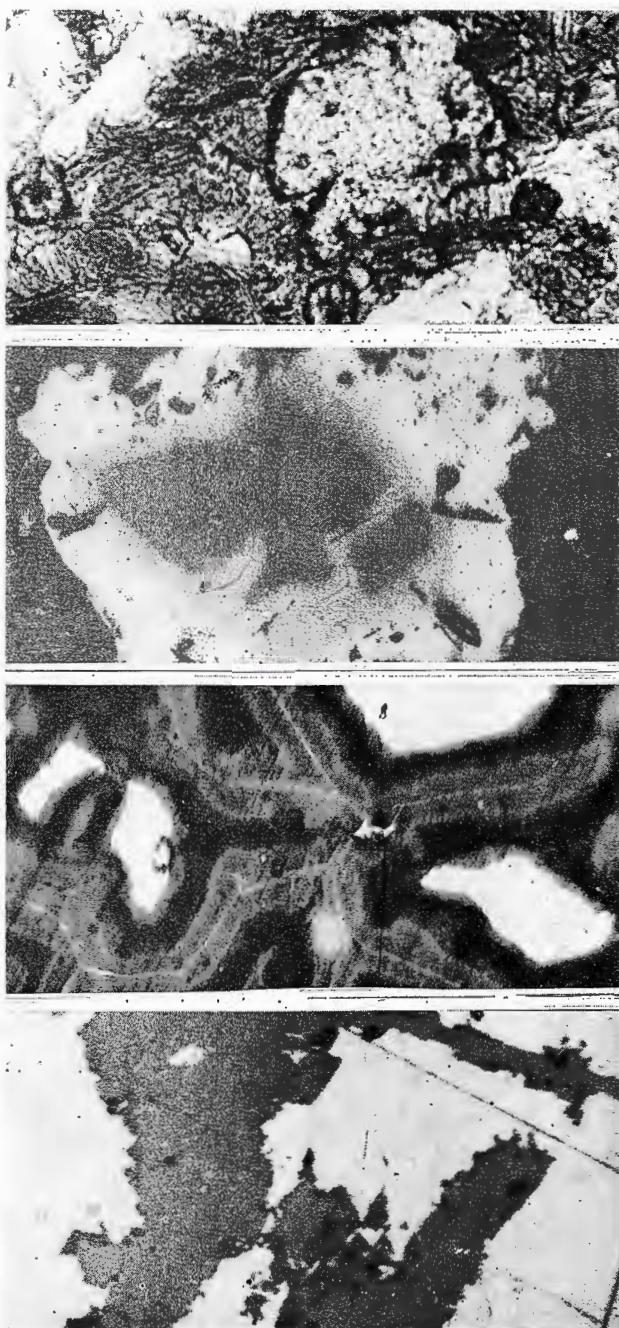
Pt X₄

CUPRU APROXIMATIA DE GRADUL VII



Institutul Geologic al României

G. ISTRATE, G. UDUBAŞA. Metalogeneza masivului banatitic Budureasa
Pl. I



Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.

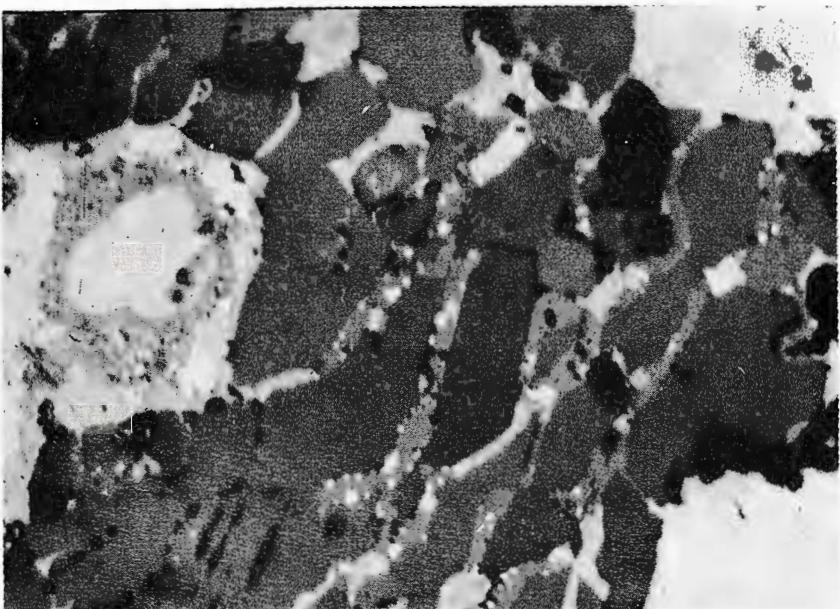


Institutul Geologic al României

G. ISTRATE, G. UDUBAŞA. Metalogeneza masivului banatitic Budureasa
Pl. II.



1



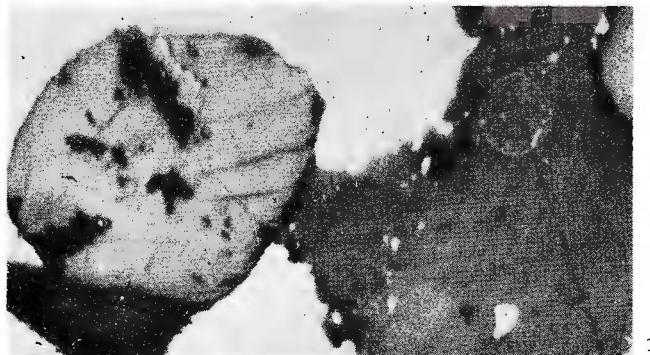
2

Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.



Institutul Geologic al României

G. ISTRATE, G. UDUBAŞA. Metalogeneza masivului banatitic Budureasa
Pl. III.



1

2

3



Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.



Institutul Geologic al României

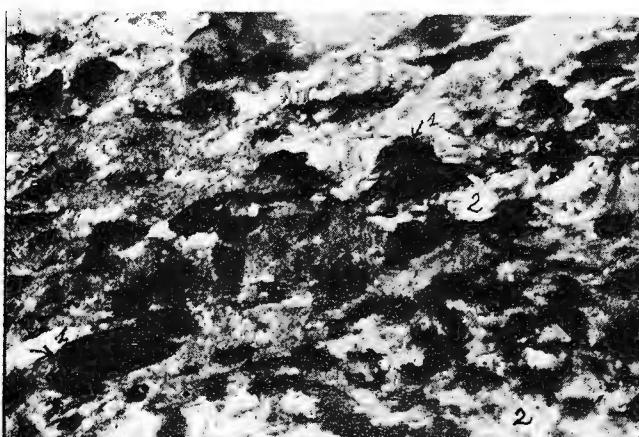


Institutul Geologic al României

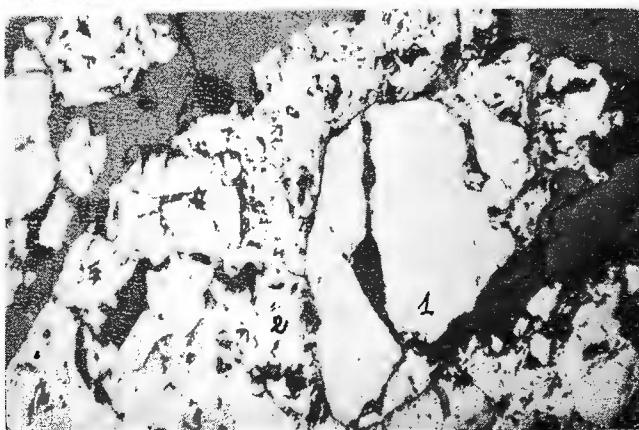
LUCIA TĂNĂSESCU et al. Mineralizațiile hidrotermale din masivul Iezer-Păpușa. Pl. I.



1



2



3

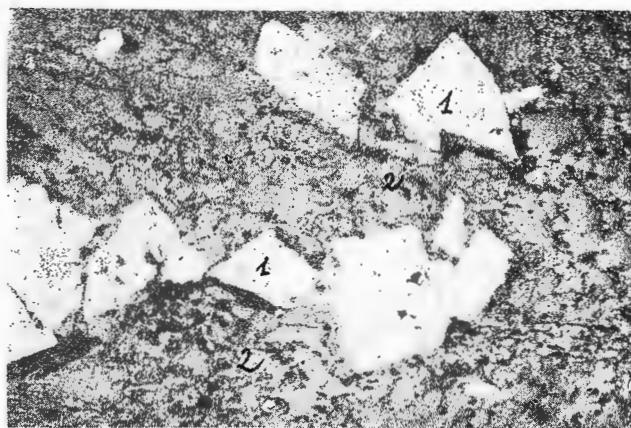
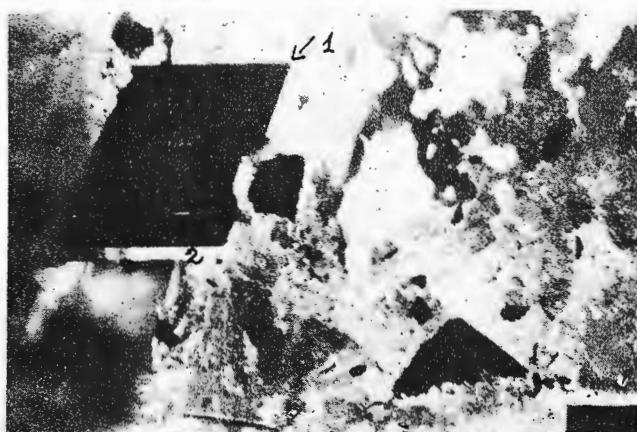
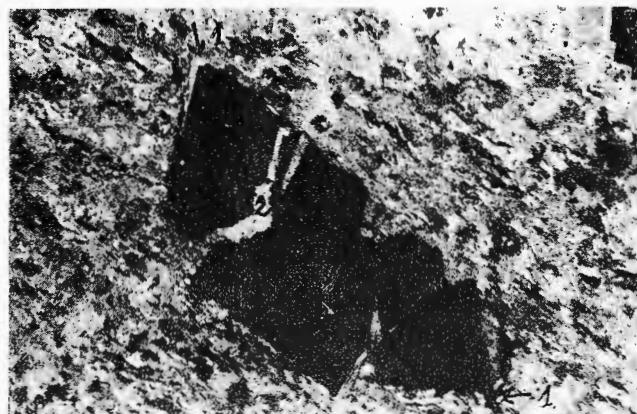


Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.



Institutul Geologic al României

LUCIA TĂNĂSESCU et al. Mineralizațiile hidrotermale din masivul Iezer-Păpușa. Pl. II.

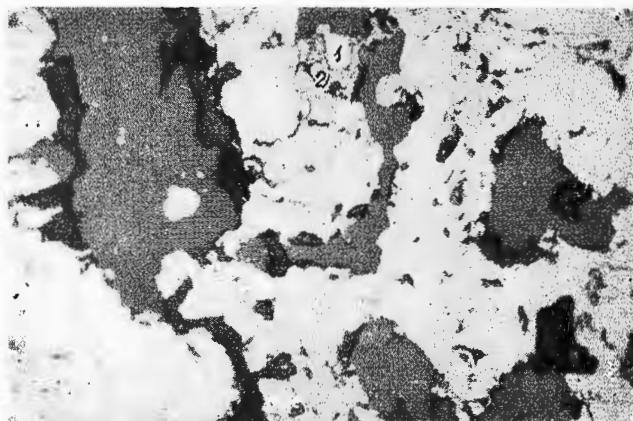


Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.



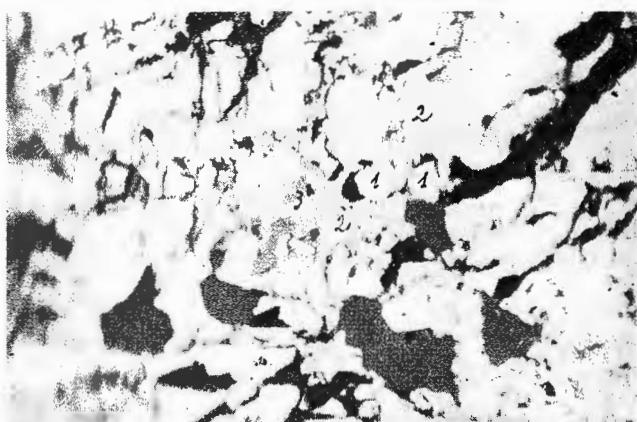
Institutul Geologic al României

LUCIA TĂNĂSESCU et al. Mineralizațiile hidrotermale din masivul Iezer-Păpușa. Pl. III.



138736

31/12/1978
S.R.L.



2



3

Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale şedințelor vol. LXV/2.



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

138736
G. UDUBAŞA. Controlul litologic al mineralizațiilor stratiforme Pl. I.



1



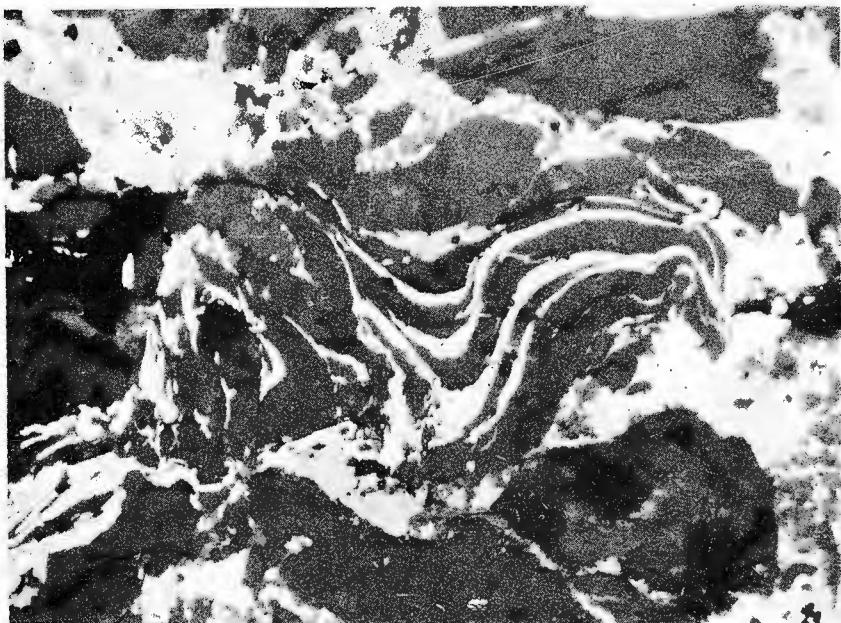
2

Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.

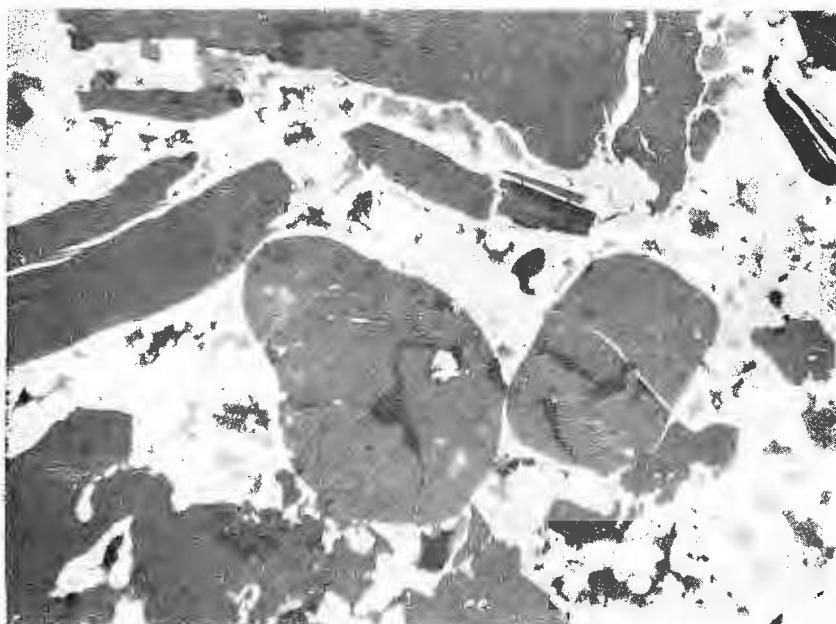


Institutul Geologic al României

G. UDUBAŞA. Controlul litologic al mineralizaţiilor stratiforme Pl. II.



1



2

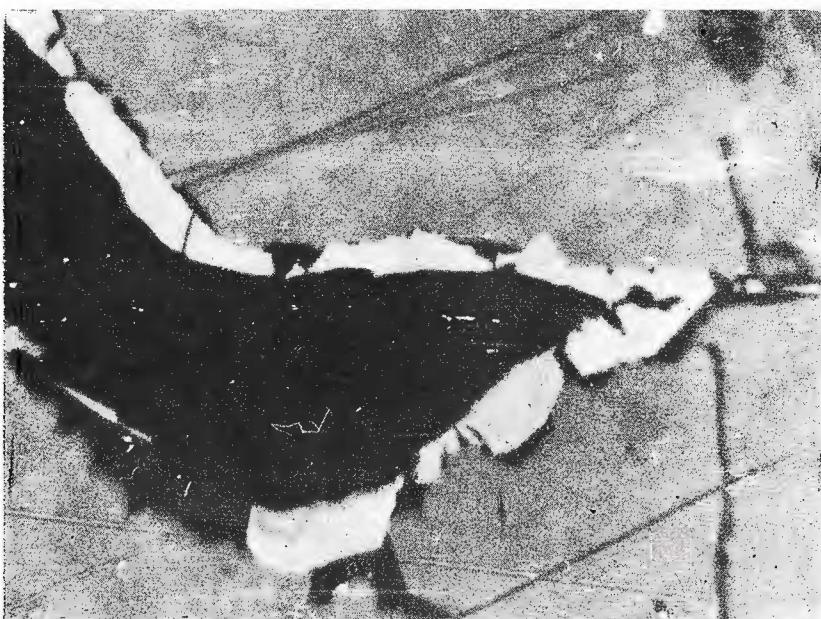
Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.



Institutul Geologic al României

138736

G. UDUBAŞA. Controlul litologic al mineralizaţiilor stratiforme Pl. III.



1



2

Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.



Institutul Geologic al României

G. UDUBAŞA. Controlul litologic al mineralizațiilor stratiforme Pl. IV.



Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.



Institutul Geologic al României

G. UDUBAŞA. Controlul litologic al mineralizațiilor stratiforme Pl. V

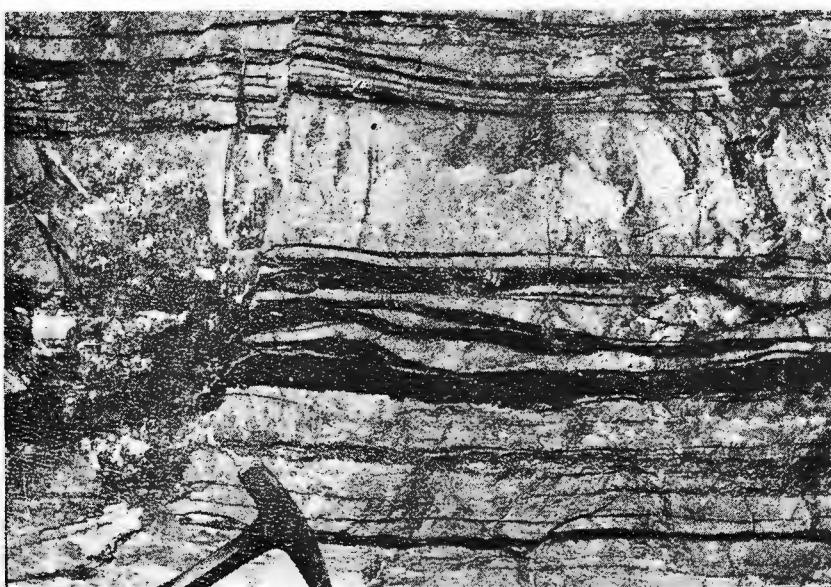


1

130736



2



3

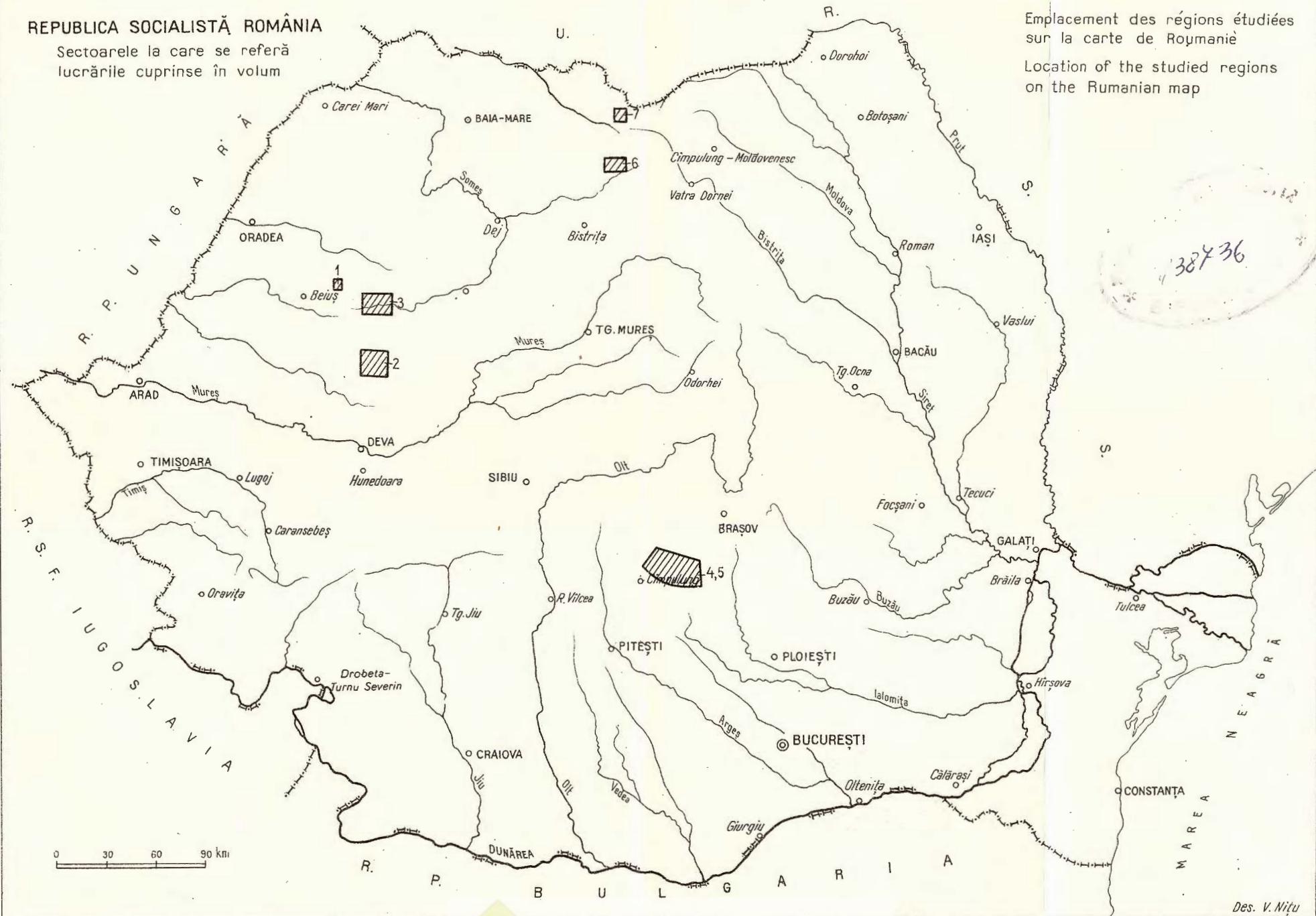
Institutul de geologie și geofizică. Dări de seamă ale ședințelor vol. LXV/2.



Institutul Geologic al României

REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Sectoarele la care se referă
lucrările cuprinse în volum



Emplacement des régions étudiées
sur la carte de Roumanie

Location of the studied regions
on the Rumanian map

Des. V. Nițu

Comptes rendus des séances (Dări de seamă ale şedințelor) ont été publiés le long des années dans le cadre des suivantes institutions:

- Institutul Geologic al României t. I-XXXVI (1910-1952)
- Comitetul Geologic t. XXXVII-LIII/1 (1953-1966)
- Comitetul de Stat al Geologiei t. LII/2-LV/1 (1967-1969)
- Institutul Geologic t. LV/2-LX (1970-1974)
- Institutul de Geologie și Geofizică - à partir du tome LXI (1975)



Institutul Geologic al României

INSTITUT DE GÉOLOGIE ET DE GÉOPHYSIQUE

COMPTES RENDUS DES SÉANCES

TOME LXV

1977 - 1978

2. GISEMENTS



Institutul Geologic al României