

B. I. G.

INSTITUTUL GEOLOGIC

DĂRI DE SEAMĂ
ALE
SEDINTELOR

VOL. LXI
1968-1969

2. ZĂCĂMINTE

BUCUREȘTI
1970



Institutul Geologic al României



INSTITUTUL GEOLOGIC

DĂRI DE SEAMĂ

ALE
ȘEDINȚELOR

VOL. LVI
(1968 — 1969)

2. ZĂCĂMINTE

BUCUREȘTI
1970



Institutul Geologic al României



2. ZĂCĂMINTE

RELAȚIA DINTRE VULCANO-CARST ȘI EPIGENEZĂ ÎN ZĂCĂMINTUL DE SULF DIN MUNȚII CĂLIMANI¹

DE
ION BALINTONI²

Abstract

Relation of the Volcano-Karst to the Epigenesis Process in the Călimani Mountains Sulphur Ore Deposit. In the Călimani Mts a sulphur ore deposit underlying an iron deposit is to be found. Within the former large-sized voids, as well as bands of secondary quartzite which both lack sulphur, have been recognized. On the basis of data resulted from analysing the waters of the ore deposits, and also due to detailed investigations, the conclusion was reached that the voids and sterile zones have resulted from a removal of sulphur, and afterwards of secondary silica by infiltration waters under physico-chemical conditions, identical to those existing in the oxidation zones of the sulphur ore deposits.

Istoric. Vulcano-carstul din munții Călimani a fost descoperit cu ocazia lucrărilor de explorare pentru fier din Negoiul Românesc, iar descrierea și interpretarea lui au fost realizate de Naum et al. (1962) și Naum, Rutnaru (1967). Concluziile lor asupra cauzelor care au determinat dezvoltarea unui carst în roci vulcanice sînt următoarele:

Prezența căilor de pătrundere a apelor în subteran;

Prezența unor roci incomplet cimentate, afinatate, caracterizate printr-o porozitate accentuată (aglomerate caolinizate și cenușă vulcanică), care au favorizat circulația subterană a apelor;

Existența unor asociații de minerale care au permis o rapidă degradare fizică și transportul compușilor lor în suspensie (în special cenuși vulcanice);

Prezența unor orizonturi litologice rigide, care au constituit cupolele golurilor formate în roca slab consolidată;

¹ Comunicare în ședința din 11 aprilie 1969.

² Universitatea București. B-dul N. Bălcescu nr. 1, București.



Existența unei intense circulații ulterioare, concretizată prin depuneri de nisip, anhidrit și limonit.

Date noi privind petrografia și petrogeneza regiunii. Au fost obținute prin lucrările de explorare a sulfului nativ din perimetrul Negoii Române-Pietricelu. Relativ la problema în discuție, următoarele sînt importante: sub zăcămintul de fier și în afara lui există un mare zăcămint de sulf; complexul petrografic ce-l conține și din vecinătatea sa a fost transformat sub acțiunea compușilor agresivi ai sulfului, în principal în timpul punerii sale în loc, pînă la stadiul de cuarțite secundare, caolinizarea fiind cu totul nesemnificativă; cenuși vulcanice sau tufuri sînt inexistente în Negoii Române, rocile asemănătoare lor structural reprezentînd silicea constitutivă a mineralelor primare ale andezitelor; și, în sfîrșit, goluri mai importante ca volum decît cele descrise de autorii citați, uscate cu apă, se găsesc în întreg zăcămintul.

Epigeneza din zăcămintul de sulf și relația sa cu vulcano-carstul. Geografia terenurilor alpine caracterizată prin mari diferențe de nivel și prin bogăția în precipitații a înlesnit circulația intensă a apelor meteorice cu pătrunderea în adîncime pe sistemul de fisuri și falii ce afectează regiunea. Dacă însă n-ar fi existat unele condiții speciale, circulația apelor s-ar fi redus la eroziune de suprafață și la scurgere prin izvoare în dreptul nivelelor de bază, așa cum se întîmplă pretutindeni în munții vulcanici de la noi. O primă observație de la care am pornit în încercarea de a elucida aceste presupuse condiții speciale, este că, în golurile interceptate prin lucrările miniere se găsesc blocuri ce par alcătuite în întregime din silice poroasă, dar care au adesea în centru un nucleu cu sulf nativ; o alta, că în jurul fisurilor și faliilor care străbat zăcămintul și cărora le sînt asociate golurile, sulful este absent pe distanțe mari în mod neregulat, roca fiind alcătuită din silice poroasă sau pulverulentă. Numai unde s-au produs opalizări, roca a devenit rigidă și dură. În interiorul acestor zone, de asemenea persistă mici insulițe cu sulf nativ complet izolate. Faptele relatate arată că în spațiile de acces al apei sulful a fost îndepărtat.

Minereul de sulf din munții Călimani constă în esență dintr-un schelet poros de silice, ai cărui pori sînt în întregime ocupați de sulf și care astfel devine o rocă compactă, impermeabilă, sulful jucînd rol de liant. Or, sulful este practic insolubil în apă, așa că deși în mod evident el lipsește din zonele de circulație a apei, apa simplă nu putea să-l îndepărteze. Deci orice ipoteză privitoare la geneza fișilor sterile și a golurilor trebuie mai întîi să explice îndepărtarea sulfului din

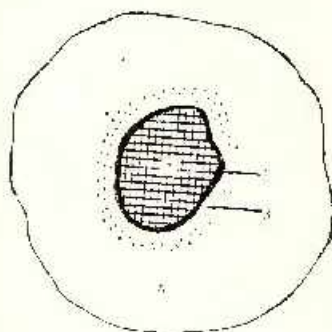
minereu. La limitele dintre sulf și silice, în jurul insulișelor izolate din blocurile ce pardosesc grottele, din zonele de steril sau la contactele dintre minereul masiv și roca silicioasă, există o bandă de sulfură de fier cu lățimea sub 1 mm, precum și, uneori pe o lărgime de ordinul centimetrilor, slabe depuneri limonitice (fig. 1). În galerii, această bandă neagră îngustă,

Fig. 1. — Depuneri concentrice de sulf, sulfură de fier, silice.

1. nucleu cu sulf nativ; 2. bandă de melnicovit; 3. depuneri de limonit; 4. silice secundară.

Dépôts concentriques de soufre, sulfure de fer, silice.

1. noyau de soufre natif; 2. bande de melnicovite; 3. dépôts de limonite; 4. silice secondaire.

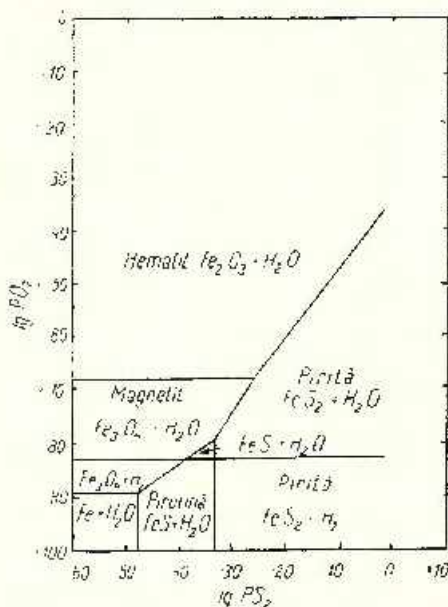


însă ușor vizibilă pe fondul de culoare deschisă a rocii, a fost folosită drept reper pentru limita sulf-steril. Aspectul ei corespunde bine noțiunii de front, în fața căruia sulful dispare, rămânând în urmă roca silicioasă, sterilă, friabilă, lipsită de liantul ce-i dădea compactitatea. Datele existente în literatură permit înțelegerea modului de levigare a sulfului, pornind de la această ultimă observație.

La altitudinea Negoitului Românesc (1884 m) apele de infiltrație provin în întregime din precipitații. Zăcămintul de fier stînd ca o căciulă chiar la suprafață, ele antrenează un hidrosol feric (în zona de deasupra sulfului au fost observate frecvent geluri limonitice), caracterul lor fiind slab acid, după cum indică analizele (pH între 6,1 și 7,2)³. Cînd ating nivelul zăcămintului de sulf, apele ajung brusc puternic acide, datorită unor reacții expuse mai jos, analizele menționînd un pH în general sub 4, chiar pînă la 0,6. În asemenea condiții Fe^{+3} devine solubil sub formă ionică (Routhier, 1963). La 25°C, 1 atm. presiune și pH = 4, solubilitatea Fe^{+3} atinge o concentrație de 10^{-2} , 1 mol./l (Routhier, 1963). În general mediul în zăcămintul de sulf este puternic reducător, fierul fiind legat exclusiv sub formă de sulfură. Totuși, în zonele de intensă circulație, apele de infiltrație oxigenate creează în limitele spațiului lor de deplasare un mediu oxidant, lucru pus în evidență de depunerile limo-

³ G. Vasilescu, Gr. Nechiti, N. Vrăsmaș. Cercetări hidrogeologice în zona zăcămintului de sulf Gura Haitii, 1967. Arh. Com. Stat Geol. București.

nitice. Limita de separație dintre cele două medii — reducător și oxidant — se instalează în imediata apropiere a sulfului, constituind o suprafață de echilibru dinamic cu sensul de deplasare dinspre mediul oxidant — apele ce se reînnoiesc continuu — spre mediul reducător. Locul acestei suprafețe de echilibru ne este arătat clar de banda de melnicovit cu grosimea sub 1 mm de la contactul rocă silicioasă-sulf. La limitele ei Fe^{+2} din apele de infiltrație intră în reacție cu sulful și formează bisulfura de fier. Condițiile de echilibru ale acestei reacții sînt date în diagrama lui Garrels (1960), concentrațiile logaritmice ale O și S la echilibru

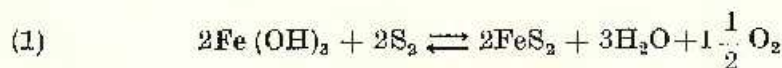


mea sub 1 mm de la contactul rocă silicioasă-sulf. La limitele ei Fe^{+2} din apele de infiltrație intră în reacție cu sulful și formează bisulfura de fier. Condițiile de echilibru ale acestei reacții sînt date în diagrama lui Garrels (1960), concentrațiile logaritmice ale O și S la echilibru

Fig. 2. — Dependența stabilității citorva oxizi și sulfuri ale fierului funcție de PO_2 și PS_2 la 25°C și 1 atm. (din Garrels, fig. 14).

Dépendance de la stabilité de quelques oxydes et sulfures de fer en fonction de PO_2 et PS_2 à 25°C et 1 atmosphère (d'après Garrels, fig. 14).

fiind marcate convențional în presiuni parțiale de O_2 și S_2 (fig. 2). Reacția este următoarea :

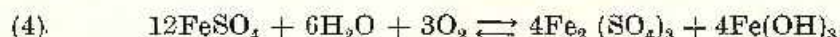
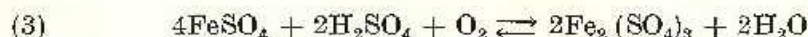


Întrucît debitul apelor de infiltrație este mare (debite > de 100 l/s menținute timp de luni de zile), aportul de O_2 se face continuu, zona de sulfură înaintînd pe seama sulfului. Concomitent, sulfura de fier, instabilă în prezența oxigenului, trece în sulfat feros după reacția :

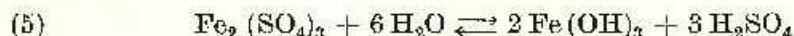


Această reacție învederează și sursa acidității apelor de infiltrație în momentul cînd ating zăcămintul, deplasîndu-se pe suprafața lui pînă la zonele de fractură. Sulfatul feros foarte solubil este parțial transportat

în soluție (au fost observate depuneri de melanterit din apele de zăcămint) și parțial trece în sulfat feric conform reacțiilor :



Sulfatul feric de asemenea este foarte solubil. El și hidrolizează ușor conform reacției :



care este însă încetinită în prezența acidului sulfuric liber. Toate reacțiile au fost date după Routhier, 1963. Reacțiile indicate se produc în zăcămint în totalitate (în spațiile cu circulație intensă a apelor), dovezile concrete fiind depunerea de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ în apropierea benzii de melnicovit (reacțiile (4) și (5)) precipitarea sulfatului feros în unele locuri (reacția (2)) și prezența H_2SO_4 liber în analizele apelor (reacțiile (2), (4) și (5)).

Totodată reacțiile (4) și (5) arată că fierul poate parcurge un circuit închis, eliminând cantități mari de sulf, fără să părăsească zona de reacție. Într-adevăr, analizele apelor de zăcămint indică preponderența ionului $(\text{SO}_4)^{-2}$ (între 0,0018 și 0,1346 g/l), majoritatea analizelor menționând zecimi de g/l, comparativ cu ionii (Fe^{+2} , Fe^{-3}) care ating valori între 0,0001 și maximum 0,015 g/l cumulați⁴.

Consecința în timp a acestor procese a fost îndepărtarea sulfului din minereu pe zone de extensie variabilă din jurul spațiilor de circulație a apelor și crearea posibilității levigării cuarțitului secundar rămas fără liant. Întrucît toate golurile sînt asociate spațial și găzduite în aceeași formațiune petrografică, geneza tuturor probabil să fie identică. După părerea noastră, fișa de cuarțit secundar de peste 100 m grosime, ce se află între zăcămintul de fier și cel de sulf și în care se găsește carstul descris de autorii citați, a fost generată prin spălarea descendentă a sulfului, suprafața zăcămintului constituind nivelul de bază impermeabil cel mai de sus pe care apele l-au întîlnit după infiltrarea prin pălăria de fier a Negoiului Românesc. Pe lângă ambianța geologică generală, pentru această interpretare pledează și întîlnirea în unele foraje a unor cuiburi izolate de sulf la diferite nivele în interiorul fișiei.

Concluzii. În încheiere putem discuta într-o lumină mai clară factorii propuși de autorii anteriori drept cauză a generării vulcano-carstului din munții Călimani :

⁴ Op. cit. p. 3 (Pentru toate analizele de ape).



1. Tectonica disjunctivă care a faliat și fisurat regiunea a creat căile primare de pătrundere a apei în subteran.

2. Mediul fizico-chimic specific a permis îndepărtarea sulfului din jurul acestor căi, rezultând în consecință o rocă afinată caracterizată printr-o porozitate accentuată (cuartit secundar) care a favorizat o circulație ulterioară amplificată.

3. Crearea unui regim de circulație rapidă a făcut posibil transportul silicei în suspensie (depuneri de praf fin silicios pe pardoselile golurilor), precum și în stare coloidală (H_2SiO_3 , pînă la 0,0366 g/l totdeauna prezent în apele de zăcămint).

4. În zone de stagnare a apelor sau de circulație lentă unde pH-ul a devenit puternic acid, s-au produs precipitări de silice, rezultând nivele silicificate rigide ce au jucat rol de planșee (opalizările în unele sectoare, puternice).

5. Spațiile în care s-au creat goluri reprezintă un volum infim comparativ cu zonele din care a fost îndepărtat sulful, silicea rămînînd pe loc; aceste zone au compartimentat zăcămintul și l-au degradat pe întinderi mari, în special la partea superioară; totodată, atît golurile cît și silicea secundară poroasă au acumulat mari cantități de apă ce a provocat inundații în galerii și curgeri de nisipuri asemănătoare unor borchisuri.

6. Vulcano-carstul din zona zăcămintului de sulf din munții Călimani reprezintă un aspect particular și secundar al epigenezei, care a avut un curs special datorită condițiilor impuse de punerea în loc a sulfului, de prezența unui zăcămint de fier suprapus și a unui mediu geografic bogat în precipitații și cu mari denivelări.

Caracterele fizico-chimice ale epigenezei sînt identice celor din zona de oxidație a zăcămintelor de sulfuri.

BIBLIOGRAFIE

- Garrels M. R. (1960) Mineral equilibria at low temperature and pressure. Harper, New York.
- Naum Tr., Butnaru E., Giurescu M. (1962) Vulcano-carstul din Masivul Călimanilor (Carpații Orientali). *Anal. Univ. București, seria št. nat. geol.-geogr.* XI, 32, București.
- Butnaru E. (1967) Le volcano-karst des Călimani (Carpathes roumaines). *Ann. de Spéléol.* XXII, 4, Paris.
- Routhier P. (1963) Les gisements métallifères. I, Masson, Paris.
-



RELATION ENTRE LE VOLCANO-KARST ET L'ÉPIGENÈSE DANS LE GISEMENT DE SOUFRE DES MONTS CĂLIMANI

(Résumé)

Dans les monts Călimani, on a décrit un volcano-karst installé dans les quartzites secondaires de l'intérieur et de la partie supérieure d'un gisement de soufre natif, placé au-dessous d'un gisement de fer. En comparant les observations pétrographiques et les données de l'analyse des eaux de gisement, l'auteur arrive à la conclusion que le volcano-karst représente un aspect particulier de l'épigenèse qui a affecté le gisement de soufre. Les eaux d'infiltration, abondantes dans cette région, ont pénétré dans le gisement par les fissures et les failles, et ont fait disparaître tout d'abord le soufre et puis la silice secondaire poreuse qui en avait résulté. Le régime physico-chimique qui a dirigé l'épigenèse a été identique à celui des zones d'oxydation des gisements de sulfures.



2. ZĂCĂMINTE

CONTRIBUŢII LA CUNOAŞTEREA SUBSTANŢEI ORGANICE DIN UNELE ROCI BITUMINOASE DIN ŢARĂ¹

DE

CORNELIU DUMITRESCU, FLORICA DUMITRESCU²

Abstract

Contributions to the Knowledge of Organic Matter in Some Bituminous Rocks of Romania. Soluble and insoluble bitumens (kerogen), recognized in a series of bituminous rocks, constitute the object of this research. The results obtained lead to the conclusion that the participation of kerogen to the formation of petroleum may be considered as possible. From the thermodynamic point of view this hypothesis seems to be indubitable. In this way the formation of primary oil fields, either *in situ* or by a close migration, may become possible. Source rocks (clays, marls), in which petroleum had been blocked owing to the cementation process, were also identified. This process has presumably contributed to the formation of crude oil due to the decrease of porosity and increase of pressure. The statement of petroleum occurrences in investigation drillings, as a result of perforations carried out in clay and marl beds, may supply a method for the identification of the source rocks in the structures prospected.

Cercetarea substanţei organice din rocile bituminoase prezintă interes deosebit atât ştiinţific, cât şi practic. Este suficient să amintim că formarea petrolului este atribuită transformării materiei organice din sedimente şi roci. Cunoştinţele actuale, referitoare la evoluţia substanţei organice, în condiţii geologice, sînt totuşi de domeniul ipotezelor şi în unele cazuri sînt contradictorii.

Domeniul de cercetare la care ne referim prezintă importanţă şi de ordin practic, deoarece lucrările de prospecţiuni şi explorare ale petrolului

¹ Comunicare în şedinţa din 14 februarie 1969.

² Întreprinderea Geologică de Prospecţiuni. Şos. Kiseleff nr. 2, Bucureşti.



ar putea să capete o precizie mai mare, dacă s-ar cunoaște răspândirea rocilor-mame de petrol.

Dintre lucrările privitoare la geochimia rocilor bituminoase din țara noastră, amintim pe cele ale lui Casimir et al. (1934), Filipescu et al. (1965) și Dumitrescu (1967). De asemenea, într-o serie de rapoarte, Casimir³ și Cerchez⁴ consemnează rezultatele privitoare la diagnosticarea rocilor-mame de petrol din țară.

În lucrarea de față ne-am propus să caracterizăm substanța organică din unele roci bituminoase și în special aceea din rocile-mame de petrol. La alegerea materialului am ținut seama de concepțiile lui Mrazec (1927), Macovei (1938), Gavăț (1964), Grigoraș (1964) referitoare la răspândirea faciesului petrolifer din țară.

Colectarea probelor cercetate și caracterizarea litologică a acestora este consemnată într-un raport întocmit de Filipescu, Socoleanu (1969)⁵.

Partea experimentală

1. Materialul cercetat și metodele de analiză

S-au colectat probe din roci presupuse petrolifere aparținând Miocenului, Oligocenului și Mezozoicului. Proveniența probelor și caracteristicile litologice ale acestora sînt menționate în tabelul 1.

S-au mai luat în considerație formațiunile de petrol traversate prin foraj de explorare, din care s-au colectat probe de petrol în urma perforării orizonturilor cu roci bituminoase (tab. 4).

Hidrocarburile din bitumenul solubil în cloroform s-au separat cromatografic prin eluare cu n-heptan. Bitumenul insolubil (kerogenul) s-a separat prin îndepărtarea substanței minerale cu acid fluorhidric și a fost caracterizat prin raportul dintre carbon și hidrogen (C/H).

Potențialul în ulei de șist al rocilor bituminoase s-a stabilit prin distilarea acestora într-o retortă Fischer, iar hidrocarburile obținute pe această cale s-au separat prin rafinarea uleiului de șist cu pământ decolorant.

³ E. Casimir. Cercetări pentru stabilirea de criterii pentru diagnosticarea rocilor-mame de petrol. 1962. Arh. Întreprinderii Laboratoare Geologice M. I. P. Ch. București.

⁴ V. Cerchez. Cercetări pentru stabilirea de criterii pentru diagnosticarea rocilor-mame de petrol. 1963. Arh. Întreprinderii Laboratoare Geologice M. I. P. Ch. București.

⁵ M. N. Filipescu, D. Socoleanu. Colectare de șisturi bituminoase din Carpații Orientali, Carpații Meridionali și Bazinul Transilvaniei. 1969. Arh. Com. Stat. Geol. București.



TABELUL 1

Caracterizarea stratigrafică și litologică a probelor cercetate

Proveniența probelor	Formațiunea geologică	Orizontul	Caracteristicile litologice
Slănic (Prahova)	Tortonian	Șisturi cu radiolari	Argile șistoase
Valca Moldovei (Vama)	Oligocen	Orizontul inferior	Șisturi disodilice
Valea Tazlăului	Oligocen	Gresia de Kliwa	Șisturi disodilice și menilitice
Valea Oituzului (Feschi)	Oligocen	Orizontul superior. Strate de Hırja	Șisturi disodilice, marne șistoase
Valea Putnei (Tulnici)	Oligocen	Orizontul superior	Șisturi disodilice și menilitice
Valea Teleajenului (Văleni)	Oligocen	Orizontul superior	Șisturi disodilice
Valea Prahovei (Cornu)	Oligocen	Strate de Pucioasa	Șisturi disodilice, marne șistoase
Pârâul Vinețișu	Oligocen	Strate de Vinețișu. Strate de Pucioasa	Argile șistoase, marne șistoase
Valca Buzăului (Bisca)	Oligocen	—	Șisturi disodilice
Valca Bistriței (Audia)	Cretacic	Complexul șistos sideritic	Șisturi negre, argiloase
Valea Covasnei (Voinești)	Cretacic	Complexul șistos, complexul sideritic	Șisturi negre, argiloase
Anina (galeria 100 Hildegard)	Liasic mediu	Șisturi bituminoase cu intercalații de șisturi carbonoase	Șisturi argiloase cu siderită și porfire lentiliforme

2. Rezultate

Obiectul cercetării îl formează : a) bitumenul solubil în cloroform ; b) bitumenul insolubil (kerogenul) ; c) ivirile de petrol din sondele de explorare, provenite din marne și argile bituminoase, în urma perforării acestor roci.

a) *Bitumenul solubil (liber)*. Plecând de la ideea că o rocă-mamă de petrol ar trebui să conțină un bitumen solubil cu o compoziție chimică apropiată de aceea a petrolului pe care l-a generat, ne-am propus să caracterizăm rocile bituminoase în funcție de conținutul în hidrocarburi al bitumenului solubil. Din acest punct de vedere, rocile-mame de petrol ar trebui să se deosebească de celelalte roci bituminoase prin prezența unui bitumen solubil bogat în hidrocarburi. Aceste considerații ne-au determinat să grupăm rocile bituminoase, în mod convențional, în modul



următor: roci cu bitumen solubil ceros (hidrocarburi peste 45%); roci cu bitumen solubil asfaltos (hidrocarburi sub 45%).

În tabelul 2 putem urmări variația conținutului în bitumen solubil din rocile cercetate, calitatea acestui bitumen și conținutul în hidrocarburi al rocii.

TABELUL 2

Conținutul în bitumen solubil și în hidrocarburi al unor roci bituminoase

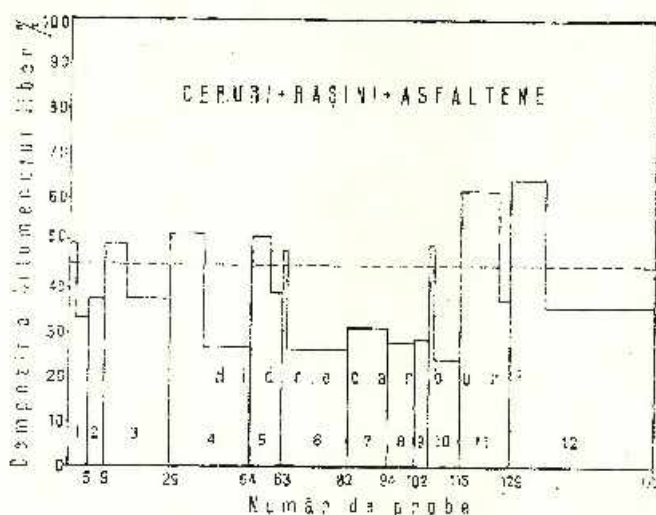
Proveniența probelor	Bitumen ceros		Bitumen asfaltos		Hidrocarburi în rocă kg/tonă
	în rocă %	Conținut în hidrocarburi %	în rocă %	Conținut în hidrocarburi %	
Slănic (Prahova)	0,08	50	0,03-0,07	23-38	0,06-0,25
Valea Moldovei	—	—	0,25-0,50	28-45	0,70-2,00
Valea Tazlăului	0,20-0,40	45-58	0,04-1,24	28-43	0,20-4,00
Valea Oituzului	0,02-0,40	46-62	0,12-1,00	15-41	0,20-2,50
Valea Putnei	0,16-0,38	47-59	0,33-0,47	38-42	0,50-2,00
Valea Teleajentei	0,47	46	0,02-0,65	14-43	0,05-2,50
Valea Prahovei	—	—	0,04-0,53	18-40	0,10-1,50
Pițul Vinetișu	—	—	0,03-0,21	15-39	0,10-0,80
Valea Buzăului	—	—	0,30-1,20	19-37	1,80
Valea Bistriței	0,08	50	0,03-0,14	15-37	0,10-0,40
Valea Covasnei	0,05-0,40	50-72	0,02-0,17	33-41	0,20-2,50
Anina :					
Șisturi bituminoase	—	—	0,14-1,81	11-43	0,60-7,80
Șisturi cărbunoase	0,13-1,37	46-95	—	—	1,20-10,00

Calitatea bitumenului solubil din 175 probe este reprezentată grafic în figură, în modul următor: înălțimea benzilor ne dă valoarea medie a conținutului în hidrocarburi din bitumenul ceros, respectiv asfaltos, iar lățimea benzilor ne dă numărul de probe grupate după criteriul menționat mai sus.

Conținutul în bitumen solubil al rocilor cercetate este de ordinul sutimilor și zecimilor de procent și foarte rar atinge valori de 1-2%.

Bitumenul solubil ceros, cu cca 50% hidrocarburi, este prezent în aproape o treime din probele de șisturi oligocene de pe valea Tazlăului, valea Oituzului, valea Putnei și izolat în probele de la Cornu și de la Slănic. Prezența bitumenului ceros în șisturile cărbunoase de la Anina, intercalate în orizontul șisturilor bituminoase, poate fi pusă pe seama intruziunilor magmatice și deci a unui metamorfism de contact local. De asemenea șisturile negre de la Covasna, aflate în curbura carpatică (unde presiunile tectonice au fost mari), conțin un bitumen ceros cu 62% hidrocarburi.

Bitumenul solubil asfaltos este prezent în două treimi din probele de șisturi oligocene de pe valea Tazlăului, valea Oituzului și valea Putnei, în șisturile disodilice de pe valea Buzăului și valea Prahovei, precum și în șisturile bituminoase de la Anina, neatinse de magma porfiritică.



Calitatea bitumenului solubil obținut din unele roci bituminoase.

1, Slănic; 2, valea Moldovei; 3, valea Tazlăului; 4, valea Oituzului; 5, valea Putnei; 6, valea Teleajenului; 7, valea Prahovei; 8, rîul Vinetiu; 9, valea Buzăului; 10, valea Bistriței; 11, valea Covasnei; 12, Anina.

Qualité du bitume soluble obtenu de certaines roches bitumineuses.

1, Slănic; 2, vallée de la Moldova; 3, vallée de Tazlău; vallée de l'Oituz; 5, vallée de la Putna; 6, vallée de Teleajen; 7, vallée de la Prahova; 8, ruisseau Vinetiu; 9, vallée du Buzău; 10, vallée de la Bistrița; 11, vallée de la Covasna; 12, Anina.

Potențialul în hidrocarburi (extrase cu solvenți) al șisturilor cercetate este în medie de 1,5 kg/tonă.

b) *Bitumenul insolubil (kerogenul)*. În lucrarea de față ne-am propus să caracterizăm kerogenul din rocile cercetate prin: raportul dintre conținutul de carbon și hidrogen (C/H); conversia kerogenului în ulei de șist, respectiv potențialul în hidrocarburi formate pe această cale. Caracteristicile menționate mai sus reflectă stadiul transformărilor geochimice suferite de kerogen, în sensul că la o creștere a raportului C/H și la o scădere a conversiei în ulei de șist, corespunde un kerogen care a suferit transformări geochimice deosebite.

În funcție de raportul C/H, rocile au fost grupate astfel: roci cu kerogen necărbunos (C/H sub 12); roci cu kerogen cărbunos (C/H peste 12).

În tabelul 3 sînt prezentate rezultatele acestor cercetări.

TABELUL 3

Conținutul în kerogen și potențialul în hidrocarburi (din uleiul de șist)

Proveniența probelor	Kerogen		Conver- sia în ulei de șist %	Ulei de șist l/t	Hidro- carburi din ulei de șist l/t
	%	C/H			
<i>Roci cu kerogen necărbunos</i>					
Slănic (Prahova)	0,7-2,9	—	—	0,5	—
Valea Moldovei	3,4-7,0	—	35	8-25	4-12
Valea Tazlăului	0,8-17,5	6,6-11,6	25	0,5-40	0,2-20
Valea Oituzului	0,3-10,6	7,4-11,4	35	0,5-45	0,2-22
Valea Putnei	1,2-5,9	7,9-11,2	16	0,5-10	0,2-5
Valea Teleajenului	0,5-7,5	6,6-11,0	30	0,5-35	0,2-18
Valea Prahovei	0,7-7,5	0,9-10,6	30	0,5-35	0,2-18
Pîrîul Vinețișu	1,3-3,0	—	—	0,5-1,5	—
Valea Buzăului	12,0-27,0	8,4-8,8	30	45,0-80,0	22-40
Anina, șisturi bituminoase	4,2-40,0	8,4-11,9	25-63	10-280	5-170
<i>Roci cu kerogen cărbunos</i>					
Valea Teleajenului	41,0	15,4	0,5	2	1
Valea Covasnei	1,3-6,0	12,0-17,5	0	0	0
Anina, șisturi cărbunoase	3,4-64,0	13,4-21,5	0	0	0

Șisturile bogate în substanță organică sînt prezente pe valea Buzăului (12-27%) și izolat pe valea Tazlăului și valea Oituzului. La Anina, în galeria 100 Hildegard, întîlnim o succesiune de șisturi sărace și bogate în kerogen (4-40%).

Kerogenul necărbunos se caracterizează printr-un raport C/H cuprins între 6,0-11,6 și este prezent în șisturile disodilice din Oligocenul flișului Carpaților Orientali, precum și în șisturile bituminoase de la Anina. Conversia în ulei de șist a kerogenului din șisturile disodilice este relativ mică (16-35%) în comparație cu conversia kerogenului din șisturile bituminoase de la Anina, care este în medie de 50%.

Prin rafinarea uleiului de șist cu pămînt decolorant se obține 50—60% hidrocarburi. În cazul șisturilor disodilice potențialul în hidrocarburi este, în medie, de 15 kg/tonă. Dintr-o probă de la Anina s-au obținut 170 litri hidrocarbură la tonă.



Kerogenul din șisturile disodilice de pe valea Buzăului are o structură chimică ciclică, ceea ce rezultă din densitatea de 0,937 a hidrocarburilor. În schimb, densitatea de 0,868 a hidrocarburilor obținute din șisturile de la Anina ne indică o structură parafinică a bitumenului insolubil.

Kerogenul cărbunos se caracterizează printr-un raport C/H mare (12-21,5) și este prezent în șisturile negre de la Covasna și în șisturile cărbunoase de la Anina, intercalate în șisturile bituminoase cu lentile porfiritice. În aceste cazuri conversia în ulei de șist este practic zero.

Probabilitatea formării zăcămintelor primare de petrol. Variația mare a raportului dintre conținutul în carbon și hidrogen al kerogenului (6,0-21,5), constituie un indiciu că în unele cazuri transformarea acestuia a mers pînă la carbonizare și deci este posibilă participarea kerogenului la formarea petrolului. După cum vom arăta, din punct de vedere termodinamic, această ipoteză este de necontestat.

Observăm că volumele rocilor-mame de petrol și al rocilor-rezervor (V_m și V_r) sînt invers proporționale cu potențialele în hidrocarburi (P_m și P_r) ale acestor roci, adică :

$$\frac{V_m}{V_r} = \frac{P_r}{P_m}$$

Acumularea hidrocarburilor prin tasarea rocilor și formarea unui zăcămint primar, de exemplu cu 150 kg petrol/tonă, necesită o rocă-mamă cu un volum de 100 de ori mai mare decît al rocii-rezervor dacă dispersia hidrocarburilor în roca-mamă este de 1,5 kg/tonă (tab. 2). Menționăm însă că acest raport poate fi mult mai mare, dacă ținem seama că, după Hedberg (1964), volumul hidrocarburilor migrate este de cîteva ori mai mic decît al celor rămase în rocă.

Prin participarea kerogenului la formarea petrolului, dacă potențialul în hidrocarburi este de ordinul a 15 kg/tonă (tab. 3) volumul rocii-mame de petrol trebuie să fie de 10 ori mai mare decît al rocii-rezervor cu 150 litri petrol/tonă, și deci probabilitatea formării zăcămintelor primare pe această cale crește foarte mult. În cazul rocilor bogate în kerogen (170 litri hidrocarburi/tonă, tab. 3), este posibilă formarea *in situ* a petrolului. Așadar, aportul (adus de kerogen la formarea petrolului poate fi, aproximativ, de 10 ori mai mare decît aportul adus de hidrocarburiile din bitumenul solubil care eventual s-ar acumula prin tasarea rocilor.



c) *Ivirile de petrol din sondele de explorare.* Ivirile de petrol, dacă provin din argile, marne și calcare bituminoase, aflate la adâncimi mari, ne dau indicații directe asupra rocilor-mame de petrol din structura sau regiunea petroliferă explorată. În tabelul 4 sunt prezentate unele roci din diferite formațiuni, caracterizate litologic, din care s-au colectat probe de țifei, ca urmare a perforării acestor roci. Calitatea petrolului este

TABELUL 4

Ivirile de petrol din unele structuri și formațiuni geologice

Structura	Sonda	Formațiunea	Adâncimea	Caracteristici litologice	Distilația petrolului	
					până la 320°C %	punct final de fierbere °C
<i>Formațiuni fără producție industrială de petrol sau gaze</i>						
Manișca	2362	Oligocen	2611-2483	Șisturi disodilice	62	
Cheia	2332	Eocen	3343-3340	Argilite	62	
Cheia	2332	Oligocen	3285-3276	Argilite	69	
Cheia	2332	Oligocen	2870-2865	Argilite — gresii	54	
Cheia	2332	Oligocen	2605-2600	Argilite gresii	57	
Cheia	2332	Oligocen	2520-2502	Argilite + gresii	58	
Cheia	2333	Oligocen	3458-3443	Argili grezoase	83	
Otăsău	609	Oligocen	2060-2052	Marne + argile	—	310
Otăsău	609	Oligocen	1880-1868	Marne + argile	—	310
Curtuișeni	4024	Paleocen	1589-1580	Marne gresii	83	
<i>Formațiuni cu producție de gaze</i>						
Boldu	2541	Pontian	2559-2542	Marne	—	301
Balta Albă	2503	Pontian	2279-2266	Marne	93	
Săcueni	4031	Pontian	2074-2070	Conglomerate	28	
Săcueni	4031	Pannonian	1760-1754	Marne	—	240
Săcueni	4031	Pannonian	1578-1572	Marne grezoase	—	240
Săcueni	4031	Pannonian	1559-1553	Marne grezoase	—	240
<i>Formațiuni cu producție de petrol și gaze</i>						
Clocaia	4035	Cristalin	2858-2846	Gnais + șist cristalin	60	
Clocaia	4035	Tortonian	2830-2820	Marne, conglomerate, gresii	78	
Clocaia	4035	Tortonian	2808-2794	Marne, conglomerate, gresii	96	
Clocaia	4035	Tortonian	2716-2709	Marne, conglomerate, gresii	76	
Clocaia	4035	Tortonian	2696-2640	Marne, conglomerate, gresii	88	
Pișcolț	4017	Miocen	1047-1040	Marne grezoase	—	263
Mihai Bravu	4013	Miocen	2084-2053	Argile cu gresii	86	
Mihai Bravu		Miocen	1991-1976	Argile cu gresii	88	
Cireșu	2565	Sarmatian	1970-1965	Marne calcare calcare	63	

exprimată prin procentul de distilat pînă la 320°C sau prin punctul final de fierbere.

Formațiunile de petrol, fără producție industrială de hidrocarburi, cuprind roci-mame cum sînt șisturile disodilice de la Manișca, argilele eocene și argilele asociate cu gresii din Oligocenul de la Cheia, marnele și argilele oligocene de la Otăsău și marnele cu gresii din Paleogenul de la Curtușeni. Petrolul generat de aceste roci conține cantități neobișnuit de mari de distilat pînă la 320°C (54-83%), iar la Otăsău s-a colectat chiar un condensat cu punct final de fierbere de 310°C. Aceste caracteristici ne permit să presupunem că petrolul se găsește blocat în roci-mame, cu permeabilitate mică.

În formațiunile cu producție de gaze întîlnim roci-mame, cum sînt marnele pontiene de la Boldu și de la Balta Albă, precum și marnele grezoase din Pannonianul de la Săcueni, din care s-au colectat condensate care distilă integral sub 320°C.

În formațiunile cu producție de petrol și gaze (mai mult gaze) întîlnim roci-mame (asociate cu roci-rezervor, cum sînt marnele, conglomeratele și gresiile din Tortonianul de la Ciocaja, marnele grezoase, compacte, din Miocenul de la Pișcolț, argilele cu zone de gresii din Miocenul de la Mihai Bravu și marnocalcarele și calcarele din Sarmațianul de la Cireșu. Petrolurile sînt și în acest caz neobișnuit de bogate în produse care distilă pînă la 320°C (63-95%).

Din aceste rezultate reținem că formațiunile menționate mai sus conțin petrol și gaze blocate în argile și marne, asociate cu gresii și conglomerate. Această asociere are o anumită semnificație, asupra căreia vom reveni.

3. Interpretarea rezultatelor

a) *Semnificația descompunerii kerogenului în hidrocarburi.* Faptul că prin degradarea termică a kerogenului se obțin hidrocarburi este un indiciu că la formarea kerogenului au participat substanțe organice cu structură chimică apropiată de a hidrocarburilor. Selecționarea materiei organice care participă la formarea kerogenului poate fi pusă pe seama următoarelor reacții chimice: în prezența argilelor sodice și argilelor hidrolizate are loc saponificarea grăsimilor și neutralizarea acizilor grași, aminoacizilor și acizilor humici, rezultați prin descompunerea bacteriană a materiei organice. În ape cu duritate mare se formează săruri organice de calciu, insolubile, care rezistă la acțiunea de descompunere a bacteriilor și a oxigenului. Pe măsură ce sedimentele sînt îngropate, acizii organici



inferiori, rezultați prin descompunerea celulozci, pun în libertate acizii organici superiori care suferă apoi procesul de bituminizare.

Formarea unor roci foarte bogate în materie organică (30-50%) poate fi pusă, în unele cazuri, pe seama accidentelor tectonice submarine. Acestea aduc în suspensie cantități mari de sedimente. Prin resedimentare are loc trecerea de la o dispersie mare a mișturilor organice la o concentrare a acestora.

b) *Considerații termodinamice privind descompunerea kerogenului.* H e d b e r g (1964) relatează că hidrocarburile ușoare cu un număr de atomi de carbon mai mic de 14 nu apar în sedimentele recente și deci formarea lor are loc mai târziu, printr-un proces geochimic. Pe de altă parte, T h o r n e et al. (1951) menționează că la temperatura de 154°C și în cinci minute conversia kerogenului în metan și hidrocarburi grele este de 90%. În aceleași condiții conversia în benzină a unei motorine este de câteva procente. De aici deducem că formarea hidrocarburilor ușoare, prezente în aproape toate petrolurile, este precedată de descompunerea kerogenului și deci participarea acestuia la formarea petrolului este de necontestat din punct de vedere termodinamic.

c) *Transformarea kerogenului în hidrocarburi în condiții geologice.* Rocile bituminoase, în mișcarea lor descendentă, sînt supuse, ca orice alte roci, proceselor de hidratare, oxidare, dizolvare, cimentare și chiar de metamorfism regional. Faptul că argilele și marnele menționate în tabelul 4 sînt asociate cu gresii și conglomerate constituie un indiciu că formarea petrolului a avut loc paralel cu procesul de cimentare, care provoacă scăderea porozității rocii și deci creșterea treptată a presiunii suportată de substanța organică.

Într-o rocă bituminoasă, nesaturată cu fluide (apă) particulele minerale suportă presiunea litostatică și tectonică. Atîta timp cît roca este nesaturată, pelicula de substanță organică suportă presiunea hidrostatică. Pe măsură ce procesul de cimentare provoacă scăderea porozității, are loc trecerea de la presiunea hidrostatică la presiunea litostatică sau tectonică, care, fiind mult mai mare, favorizează transformarea substanței organice. În sprijinul acestei ipoteze menționăm că în cazul formațiunilor din bazinul Parisului, L o u i s et al. (1967) constată o creștere bruscă a hidrocarburilor în dauna kerogenului, începînd de la adîncimi mai mari de 1400 m.



Procesul de cimentare poate provoca transformarea rocii-mamă în rocă protectoare, cu permeabilitate mică și deci blocarea unei părți din petrol, a cărei evoluție se continuă apoi pînă la gazeificare (tab. 4).

Accidentele tectonice pun în libertate petrolul blocat în roci, datorită fisurării și sfărîmării acestora. Migrația, dacă este provocată de sfărîmarea bruscă a rocilor, este o migrație prin destindere. Componentii ușori, cu temperatura critică mai mică decît a mediului înconjurător, migrează în stare de vapori și antrenează componentii mai grei precum și rășinile solubile în hidrocarburi.

d) *Despre rocile-mame de petrol și identificarea lor.* Observăm că unele roci considerate generatoare de petrol, cum sînt șisturile disodilice, (tab. 2), sînt lipsite de petrol, ca și cum migrația acestuia a fost totală.

Alte roci, cum sînt argilele și marnele din tabelul 4, conțin cantități însemnate de petrol și gaze, blocate într-o rocă cu permeabilitate mică, datorită unui anumit grad de cimentare. Identificarea rocilor-mame din această categorie se poate face prin constatarea ivirilor de petrol în sondele de explorare, ca urmare a perforării rocilor bituminoase și prin caracterizarea litologică a acestora.

Este posibil să existe și o a treia categorie de roci-mame de petrol. Faptul că unele acumulări de hidrocarburi sînt situate în zonele dislocațiilor din fundament a determinat pe adepții ipotezei originii minerale să considere petrolul ca o emanație a magmei. Dacă ținem seama că rocile de fundament au fost la început sedimente și apoi roci sedimentare, trebuie să admitem că au conținut și ele roci bituminoase și chiar zăcăminte de petrol. În timp ce rocile-mame de petrol au avut o mișcare descendentă și au fost incluse în rocile de fundament, petrolul a avut o mișcare ascendentă și s-a menținut în roci-rezervor, situate de-a lungul fracturilor adînci și dislocațiilor din fundament.

Concluzii

1. Prezența bitumenului solubil ceros în rocile bituminoase ne dă indicații asupra caracterului de rocă-mamă, însă nu poate fi considerat un criteriu precis, deoarece acest bitumen a fost identificat și în șisturi carbonizate de magma porfiritică (Anina) sau în șisturile negre de la Covasna, aflate în curbura carpatică, unde presiunile tectonice au fost excesive.

2. Bitumenul insolubil (kerogenul) are o compoziție chimică foarte variată ($C/H = 6,0-21,5$), ceea ce constituie un indiciu că în con-



diții geologice au avut loc transformări profunde, pînă la carbonizarea acestui bitumen. De aici s-a dedus că este posibilă participarea kerogenului la formarea petrolului. Considerații termodinamice confirmă această ipoteză. S-a stabilit că aportul adus de kerogen la formarea petrolului este aproximativ de 10 ori mai mare decît al hidrocarburilor existente în roci și acumulate prin tasarea acestora.

3. Constatarea ivirilor de petrol în sondcle de explorare ca urmare a perforării rocilor bituminoase și caracterizarea litologică a acestora ne dau indicații directe despre prezența rocilor-mame de petrol în structura sau regiunea explorată.

BIBLIOGRAFIE

- Casimir E., Dimitriu M., Pașca V. (1934) Studiul chimic al citorva șisturi menilitice din Oligocenul zonei marginale a Flyschului Carpaților Orientali. *St. tehn. econ.* XIII, 15, București.
- Dumitrescu C. (1967) Considerații asupra evoluției petrolurilor românești. *D. S.Com. Stat. Geol.* I.11/3, București.
- Filipescu M. N., Negrescu V., Țintilă D., Apostol Silvia (1967) Încercări pentru identificarea rocilor generatoare de petrol prin metode geochimice. *D. S. Com. Stat. Geol.* I.11/3, București.
- Gavai I. (1964) Geologia petrolului și a gazelor naturale. Ed. didactică și pedagogică, București.
- Grigoraș N. (1964) Geologia zăcămintelor de petrol și gaze din R.P.R. Ed. tehnică, București.
- Hedberg D. H. (1964) Geological aspects of petroleum origin. *Bul. Amer. Assoc. Petr. Geol.* 48, 11.
- Louis C. M., Tissot P. B. (1967) Origin of Oil and Gaz. *B. D. I, 5, Congr. VII Mond. Petr. Mexic.*
- Maucovci G. (1938) Les gisements du pétrol. Paris.
- Mrazec L. (1927) Les plis diapirs. *C. R. Inst. Géol. Roum.* VI, București.
- Thorne M. H., Murphy W., Ball J., Stanfield K., Horne J. (1951) Characteristics and utilization of oil shale and shale oil. *Ind. Eng. Chem.* 43, 1, Washington.



CONTRIBUTIONS À LA CONNAISSANCE DE LA SUBSTANCE ORGANIQUE DE CERTAINES ROCHES BITUMINEUSES DE ROUMANIE

(Résumé)

L'objet de l'étude est formé par le bitume soluble et le bitume insoluble (le kérogène) d'une série de roches bitumineuses, ainsi que par les suintements de pétrole des sondes d'exploration, qui nous donnent des indications directes sur les roches-mères de pétrole lorsqu'ils proviennent des argiles et des marnes.

1. *Bitume soluble.* D'après la teneur en hydrocarbures de ce bitume, les roches ont été groupées de la manière suivante : a) roches à bitume soluble cireux (une teneur en hydrocarbures au-dessus de 45 %) ; b) roches à bitume soluble asphalté (une teneur en hydrocarbures au-dessous de 45 %).

On rencontre le bitume cireux dans certaines roches, considérées comme roches-mères du pétrole, comme par exemple dans les schistes dysodiles des vallées du Tazlău, de l'Oituz et de la Putna. De même, la plupart des échantillons de schistes noirs de Covasna, ainsi que les schistes charbonneux, intercalés dans l'horizon des schistes bitumineux d'Anina, qui ont été en contact avec le magma porphyrique, contiennent du bitume cireux à 62 % jusqu'à 65 % de hydrocarbures (fig. 1).

Le bitume soluble asphalté est présent en deux tiers des échantillons de schistes dysodiles des vallées du Tazlău, de l'Oituz et de la Putna, ainsi que dans les échantillons de schistes dysodiles des vallées du Buzău et de la Prahova. Les schistes bitumineux d'Anina, qui ne sont jamais entrés en contact avec le magma porphyrique, contiennent aussi du bitume libre asphalté.

Le potentiel de hydrocarbures séparés du bitume soluble des schistes dysodiles est d'environ 1,5 kg/tonne.

2. *Bitume insoluble (kérogène).* En tenant compte du rapport carbone-hydrogène (C/H) de ce bitume, on a groupé les roches de la façon suivante : a) roches à kérogène non charbonneux (C/H au-dessous de 12) et b) roches à kérogène charbonneux (C/H au-dessus de 12).

Le kérogène non charbonneux (C/H de 8 à 11,4) est présent dans les schistes dysodiles des vallées du Tazlău, de l'Oituz et de la Putna, ainsi que dans les schistes dysodiles des vallées du Buzău et de la Prahova. De même, les couches de Vinețu et les schistes bitumineux d'Anina contiennent un kérogène non charbonneux.

Le kérogène charbonneux (C/H de 12 à 21,5) est présent dans les schistes noirs, crétacés, de Covasna, placés dans l'arc carpatique, où ils ont été soumis à d'importantes pressions tectoniques, ainsi que dans les schistes charbonneux d'Anina, où l'on rencontre aussi des intrusions de magma porphyrique.

La conversion du kérogène à l'huile de schiste reflète, tout aussi que le rapport C/H, le stade des transformations géochimiques souffertes par la substance organique. Le kérogène non charbonneux est caractérisé par une conversion à l'huile de schiste de 16 à 63 %, tandis que pour le kérogène charbonneux la conversion est pratiquement nulle.

Le potentiel de hydrocarbures, obtenus par le raffinage de l'huile de schiste, est d'à peu près 15 kg/tonne.



Les valeurs du rapport C/H, de 6 à 21,5, démontrent la possibilité de la décomposition du kérogène dans des conditions géologiques et donc sa participation à la constitution du pétrole. Cette hypothèse est incontestable du point de vue thermodynamique, parce que la décomposition du kérogène a lieu à des températures plus basses que celles qui auraient été nécessaires pour la constitution des hydrocarbures légers, existents presque dans tous les pétroles.

On a démontré que les hydrocarbures extraits à l'aide des solvants représentaient environ 1,5 kg/tonne et le potentiel de hydrocarbures obtenus par la décomposition du kérogène était d'environ 15 kg/tonne. Il en résulte que par la participation du kérogène à la constitution des hydrocarbures la probabilité de la formation des gisements primaires augmente considérablement par rapport à l'accumulation, par le tassement des roches, des hydrocarbures existents dans les roches.

3. *Suintements de pétrole dans les sondes d'exploration.* Les échantillons de pétrole ont été récoltés après le perforage des roches bitumineuses traversées par forage. Les données du tableau 4 mettent en évidence le caractère de roche-mère des schistes dysodites de Manișca, des argiles et des argiles associées aux grès de Cheia et de Mihai Bravu, des marnes grésenses de Pișcolț, des marno-calcaires de Cireșu et d'autres roches de différentes formations géologiques (Pontien, Sarmatien, Tortonien, Oligocène, Paléogène).

L'association de ces argiles et marnes avec des grès et conglomérats fait preuve du fait que la transformation du kérogène en hydrocarbures a eu lieu parallèlement au processus de cimentation de la roche qui détermine la diminution de la porosité et l'augmentation de la pression, exercée par la matière organique. Le processus de cimentation transforme la roche-mère en roche protectrice qui bloque le pétrole. Les accidents tectoniques brisent les roches et déterminent la migration du pétrole par extension et son accumulation dans des roches-réservoirs (grès, conglomérats).

La mise en évidence des suintements de pétrole dans les sondes d'exploration à la suite de la perforation des roches bitumineuses et la détermination de leurs caractères lithologiques peuvent servir en tant que méthode pour identifier les roches-mères de pétrole de la structure explorée.

2. ZĂCĂMINTE

CONSIDERAȚII PRIVIND STRUCTURA ȘI GENEZA ZĂCĂMINTULUI BORZAȘ (BAIA-MARE)¹

DE

ANDREI GURĂU, NICOLAE ROȘU, EUGEN BĂLAȘA, REMUS BORDEA²

Abstract

Considerations on the Structure and Genesis of the Borzaș Gold Ore Deposit (Baia-Mare). This paper presents a pattern of a complex study (petrographical, structural microtectonical, mineralogical and geochemical) of a gold ore deposit in the Baia-Mare metallogenic region. Owing to the detailed structural-microtectonical study and the mineralogical and chemical ones related to the gold distribution within the ore deposit, the spatial connection of the metallic sulphides and gold, showing a better developed fissure system, access ways of hydrothermal solutions and the spatial attitude of the ore bodies, were proved. Finally, on the basis of geothermometrical analyses the conclusion is reached that the origin of the mineralizations is of a predominantly epithermal nature.

Prezenta lucrare constituie o primă încercare de aplicare a metodei microtectonice în descifrarea structurii unui zăcămint aurifer din țara noastră, în scopul explorării și valorificării lui raționale și reprezintă rezultatul cercetărilor efectuate de Întreprinderea de Prospekțiuni și Laboratoare (Ministerul Minelor).

I. Încadrarea geologică structurală a zăcămintului

Zăcămintul aurifer Borzaș este situat în perimetrul minier Săsar, la cca 5 km NW de municipiul Baia-Mare, județul Maramureș, fiind cantonat în eruptivul neogen și anume în andezitul cuarțifer de Berăria-Piscuiatu.

Mineralizația auriferă de tip stock de la Borzaș constituie o formă de zăcămint cu caracter specific recent pusă în evidență la Baia-Mare.

¹ Comunicare în ședința din 28 martie 1969.

² Întreprinderea Geologică de Prospekțiuni. Cal. Griviței nr. 64, București.



Activitatea minieră din zona Borzaș a fost începută în secolele trecute, iar mărturiile vechimii ei sînt concretizate prin prezența galeriilor cu profil mic, a abatajelor cu forme neregulate precum și a urmelor unor instalații rudimentare de drenare a apelor de infiltrație.

La începutul secolului nostru, minieritul a fost practicat de Societatea Petroșani care a redeschis o parte din lucrările vechi exploatînd preferențial unele zone mai bogate.

Singurele documente privind această activitate sînt un plan de ansamblu al minei și cîteva secțiuni prin lucrări, autorul rămînînd necunoscut. Din aceste planuri reiese că mineralizațiile aurifere de la Borzaș erau considerate ca fiind zone filoniene: filonul VII, filonul VII/I, filonul IX/I, filonul IX/II, filonul X.

Ministerul Minelor, prin Întreprinderea de Prospekțiuni și Laboratoare, a executat lucrări de cercetare, începînd din anul 1960 care au fost conduse de Roșu. Prin lucrările geologice efectuate s-a stabilit că aceste filoane reprezintă de fapt concentrații de aur dispuse pe zone de intensă triturare și mineralizare a andezitului gazdă, de o parte și de alta a unei fracturi mai importante în care este localizat filonul VII (Roșu, Bălașa, Costache, 1968)³.

Primele studii geologice privind vulcanitele de la Baia-Mare datează din secolul trecut cînd au apărut lucrările lui G. S é r e n y i (1947) și G e n s e l l (1892).

Petrografia și structura zăcămintelor din Baia-Mare au fost studiate mai tîrziu de P á l f y (1916), care atribuie erupțiilor vîrsta pannoniană.

Observații geologice privind succesiunea erupțiilor din perimetrul Borzaș-Băița au fost făcute de A t a n a s i u ⁴ în anii 1936-1938 și sînt consemnate în cursul său (1943).

Cercetări geologice mai recente în perimetrul Borzaș au fost întreprinse de G h e r a s i care studiînd rocile eruptive și relațiile acestora cu sedimentarul la suprafață și în forajele executate de I.S.E.M., face unele considerații privind vîrsta erupțiilor precum și prezența unui corp subvulcanic.

În anii 1951-1952, Expediția geologică complexă a executat o revizie în regiunea Baia-Mare, însă pentru mina Borzaș nu s-au efectuat observații, fiind inaccesibilă.

³ N. Roșu, E. Bălașa, C. Costache. Studiu geologic de sinteză Borzaș pe perioada 1960-1967. 1968. Arh. I.P.L. București.

⁴ I. Atanasiu (1943) Fenomene magmatice. Curs universitar.



Cercetări geologice sistematice cu caracter economic au fost întreprinse de Ministerul Minelor prin Întreprinderea de Prospekțiuni și Laboratoare, începînd cu anul 1960, iar rezultatele acestora sînt consemnate în rapoartele anuale și de sinteză ce se găsesc în arhiva întreprinderii.

Caracterizare geologică a perimetrului minier. În regiunea zăcămintului s-au pus în evidență formațiuni sedimentare și eruptive.

Fundamentul este constituit din micașturi și clorito-șisturi, roci interceptate în forajul I.S.E.M. de la valea Borcutului la adîncimea de 1900 m.

Peste acestea (fig. 1) repauzează depozite eocene în facies de Iliș care suportă la rîndul lor discordant Tortonianul alcătuit din marne, marne grezoase, gresii fine, roci acide de tip ignimbritic. Tortonianul pare să reprezinte momentul punerii în loc a primelor produse vulcanice din regiune.

Sarmațianul este format din gresii grosiere și fine, slab consolidate pînă la nisipuri, uneori curgătoare, de culoare gălbuie la care se asociază marne cenușii sau brune și aflurează la sud de vîrfurile Ilicău, valea Cremenii precum și în cursul inferior al văii Borcutului.

În sudul regiunii cercetate, pe flancul nordic al anticlinalului Tăuți-Măgheruș, pe vîrfurile Ilicău și pe creastă spre nord-est apar depozite pliocene constituite din gresii silicioase albicioase, uneori gălbui, în care sînt intercalate jaspuri de culoare galben-roșcată, foarte dure.

În perimetrul cercetat, peste depozitele sarmațiene și andezitul piroxenic de Seini repauzează dacitul de Ulmoasa cu cuarț și feldspați plagioclazi bine dezvoltăți.

Rocile vulcanice cu cea mai mare răspîndire, în care sînt localizate mineralizațiile aurifere, sînt andezitele cuarțifere de Borăria-Piscuiatu.

La nord de vîrfurile Ilicău, în extremitatea nord-estică a zăcămintului Borzaș s-a pus în loc — într-o ultimă fază — andezitul cuarțifer cu amfiboli și piroxeni de Ulmu identificat în galeria transversală la orizontul 438 m, în breșa 3 SE de la orizontul 378 m precum și la suprafață.

Este de reținut faptul că nu s-au observat alterații hidrotermale în masa andezitului cuarțifer de Ulmu și nici în zonele de contact ale acestuia cu rocile străbătute.

Date petrografice asupra zăcămintului. După cîte am mai arătat roca în care este cantonat stockul aurifer Borzaș este andezitul cuarțifer de Borăria-Piscuiatu care prezintă o culoare cenușie deschisă cu nuanță verzuie datorită fenomenelor de alterare hidrotermală avansată.



SE

NW

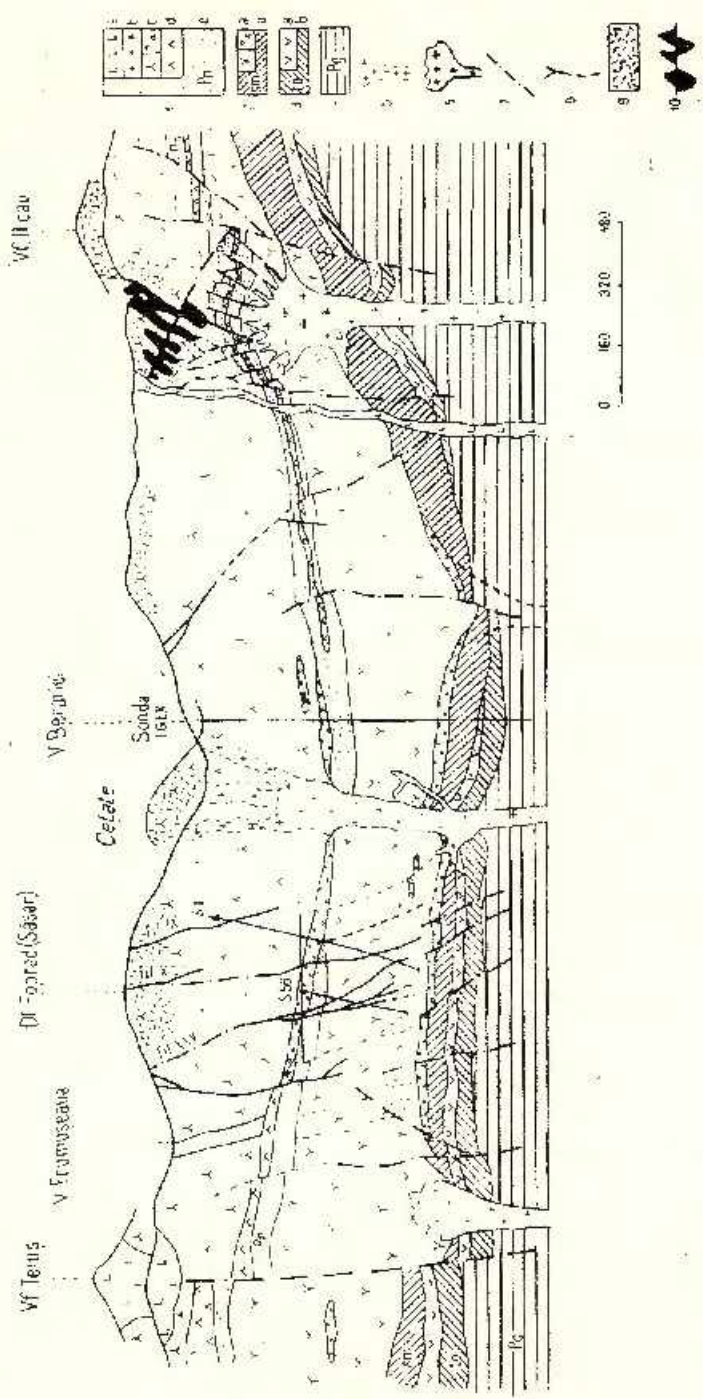


Fig. 1. — Secțiune geologică ipotetică prin structurile mineralizate Borzaș și Săsar.

1, Pannoniul (pm); a, auzăciți piroxenici oneritici de Ulmu; b, auzăciți cu piroxen și amfibol de Capulo-Jeracăp; c, auzăciți cuarțiferi de Pucaniu-Berăci (lave, aglomerate); d, dacit de Ulmoasa; e, marne, gresii, oneritice; 2, Sarmatian (sm); f, auzăciți piroxenici de Săni (lave, aglomerate); g, marne, gresii, conglomerate; 3, Turonian (to); a, roci soțide de tip lignitifer; b, marne, gresii, conglomerate; 4, Paleogen (pe); a, argile marinoase, vârstate, gresii, conglomerate; b, coaguri vulcanice; c, corpurile subvolcanice; 7, fracturi; 8, șloane; 9, zone de tărâșare; 10, zona surferă în zăcămintul Borzaș.

Coupe géologique hypothétique recoupant les structures minéralisées de Borzaș et de Săsar.

1, Pannonien (pm); a, auzăciți piroxenici oneritici de Ulmu; b, auzăciți cu piroxen și amfibol de Capulo-Jeracăp; c, auzăciți cuarțiferi de Pucaniu-Berăci (lave, aglomerate); d, dacit de Ulmoasa; e, marne, gresii, oneritice; 2, Sarmatian (sm); f, auzăciți piroxenici de Săni (lave, aglomerate); g, marne, gresii, conglomerate; 3, Turonian (to); a, roci soțide de tip lignitifer; b, marne, gresii, conglomerate; 4, Paleogène (pe); a, argiles marinoase bariolées, vârstate, gresii, conglomerate; b, coaguri vulcanice; c, corpurile subvolcanice; 7, failles; 8, șloane; 9, zone de tărâșare; 10, zona surferă dans le gisement de Borzaș.



În masa rocii intens brecciate și triturate se observă numeroase vinișoare de cuarț, calcit, pirită, marcasită precum și goluri mici căptușite cu cristale fine de cuarț (pl. I, fig. 1).

Uneori golurile sînt tapisate cu cristale idiomorfe de adular (pl. II, fig. 1,2).

Dintre fenomenele de alterare hidrotermală cele mai frecvente sînt: adularizarea, silicifiera și piritizarea care caracterizează zonele mai bogat mineralizate din cadrul zăcămintului, în timp ce argilizarea și cloritizarea afectează mai mult zonele periferice ale stockului.

Menționăm faptul că adularizarea este un fenomen foarte caracteristic zăcămintului Borzaș fiind prezent atît în cuprinsul stockului cît și pe o zonă largă din jurul acestuia. Adularul este întîlnit sub formă de fenocristale, rezultate prin înlocuirea plagioclazului cît și cu forme proprii de cristalizare în filonașe. Este de semnalat faptul că în stock precum și în zona din jurul stockului, feldspatul plagioclaz a fost complet înlocuit de adular (pl. I, fig. 2, 3).

II. Microtectonica zăcămintului

Studiul microtectonic al zăcămintului Borzaș s-a ivit ca o necesitate pentru determinarea caracteristicilor structurale ale zăcămintului și determinarea poziției în spațiu a corpurilor de minereu, în vederea justificării unei metodologii de calcul al rezervelor care să corespundă cît mai bine tipului de zăcămint Borzaș.

Pe de altă parte, aplicarea studiului microtectonic a fost necesară pentru a se vedea dacă există o legătură spațială și genetică între diferitele sisteme de fisuri care apar în zăcămint și substanța minerală utilă — aurul.

Elementele microtectonice principale care se dezvoltă în zăcămint sînt fisurile și faliile.

Metoda de lucru. În galeriile transversale, atît în limita corpurilor de minereu cît și în zonele sterile sau slab mineralizate intercalate acestora, s-au efectuat măsurători pentru toate sistemele de fisuri și falii întîlnite. În total au fost măsurate aproximativ 4000 fisuri în care se includ și faliile.

Ca fisuri au fost considerate acele plane de discontinuitate mecanică cu extinderea de ordinul decimetrilor și distanța dintre pereți foarte mică — de ordinul milimetrilor. Faliile au de obicei dimensiuni mai mari, de ordinul metrilor, distanța între pereții lor fiind de ordinul centimetrilor.



Măsurătorile fisurilor și faliiilor au fost prelucrate statistic cu ajutorul rețelei Schmidt. Proiectarea datelor s-a făcut în emisfera superioară.

Pentru surprinderea sectoarelor cu omogenitate tectonică diferită cît și pentru determinarea variației frecvenței fisurilor în andezite, măsurătorile s-au efectuat separat pe tronsoane cu diferite grade de mineralizare, atît pentru zona din culcușul filonului VII cît și pentru cea situată în acoperișul acestuia.

În scopul corelării mineralizației cu fisurația existentă, s-au făcut observații detaliate asupra umpluturii fisurilor și relațiilor dintre diferitele sisteme de fisurație și mineralizație.

A) Sistemele de fisuri și falii

a) Zona din culcușul filonului VII. Analizînd tectonogramele fisurilor din zăcămintul Borzaș (pl. III) se pot constata următoarele caracteristici și relații între fisuri:

Se evidențiază în general două sisteme de fisuri orientate NE—SW și cu înclinări diferite: sistemul m_1 cu înclinare sud-estică în jur de 30-50° subparalel cu filonul VII, și sistemul m_2 cu înclinare nord-vestică (50-70°).

Sistemul nord-vestic (m_2) este prezent în toate tectonogramele pe cînd sistemul m_1 apare în general în tectonogramele din zonele adiacente filonului VII.

Sistemul de fisuri nord-vestic (m_2) este mai bine dezvoltat comparativ cu sistemul sud-estic (m_1).

Linia de intersecție a sistemelor principale de fisuri (m_1 și m_2) este aproape orizontală, cu variație de înclinare de 0-10° NE-SW (pl. III, secțiunea III—III).

Poziția generală a maximelor m_1 și m_2 este simetrică față de linia de intersecție a celor două sisteme de fisuri.

Izoliniile de contur ale maximelor m_1 și m_2 sînt în general izometrice și ocupă o suprafață restrînsă în diagrame. Abaterile de la această caracteristică sînt foarte rare.

În general maximele m_1 și m_2 se înscriu pe o centură dispusă perpendicular pe linia de intersecție a celor două sisteme. Adesea ele se înscriu în linia de contur de 1%, comună ambelor maxime.

1. Omogenitatea și frecvența fisurilor. Din analiza maximelor m_1 și m_2 pentru cele două sisteme de fisuri reiese că în zonele adiacente filonului VII fisurile sînt mai neuniform distribuite. Aceasta se remarcă din dedublarea sistemului m_1 și m_2 în alte două sis-

teme a și b (D 10, D 12, D 21, D 23, pl. III, secțiunea II—II). Pentru unele zone din jurul filonului VII neomogenitatea distribuției fisurilor este și mai accentuată în sensul că în diagramele microtectonice apar 4-5 maxime care nu se mai suprapun pe centura perpendiculară pe linia de intersecție a celor două sisteme de fisuri.

2. Densitatea fisurilor în cadrul celor două sisteme (m_1 și m_2). Prin densitatea fisurilor se înțelege în general numărul de fisuri aparținând unui sistem care se dezvoltă pe 1 ml.

Datorită faptului că linia de intersecție a celor două sisteme este aproape orizontală cit și faptului că toate lucrările miniere — respectiv breșele — sînt transversale pe această linie, în planul AC de deformare a structurii, în lucrări s-au putut deosebi macroscopic sistemele de fisuri prin înclinările lor diferite.

Sistemul de fisuri m_2 , cu înclinări nord-vestice, este mult mai frecvent, densitatea medie este în jur de 20 fisuri pe ml cu maximum pînă la 50 și minimum pînă la 5 fisuri pe ml.

Sistemul sud-estic are o densitate mult mai mică, în jur de 5 fisuri pe ml, cu tendința de creștere în jurul filonului VII. Grosimea zonelor fisurate este de 2-4 m pînă la 20-30 m.

3. Fracturile și relațiile lor cu fisurile. După mărimea lor fracturile din zona de culcuș a filonului VII se pot împărți în principale și secundare. În limita zăcămintului Borzaș se dezvoltă o fractură principală cu azimutul căderii $150/35^\circ$ cu care coincide filonul VII (pl. III, IV) și mai multe fracturi secundare perpendiculare pe ea. Sensul pe care-l dăm noțiunii de principal și secundar este de ordin descriptiv și nu genetic.

Fractura principală a filonului VII face un unghi de $15-20^\circ$ cu sistemul de fisuri m_1 care are înclinări sud-estice în jur de 50° .

Această fractură are grosimea cuprinsă între 0,50-1,50 m și a fost urmărită cu lucrări, pe direcție și înclinare pe cea 700 m respectiv 100 m.

Fracturile secundare coincid cu sistemul de fisuri m_2 cu înclinări nord-vestice în jur de $60-80^\circ$. Ele se sprijină ca și zonele de fisuri m_2 pe fractura principală a filonului VII.

Fracturile secundare au grosimi centimetrice și lungimi care rar depășesc 20-30 m, distanța dintre ele fiind de 10-30 m.

b) *Zona de stock din acoperișul filonului VII.* În zona din acoperișul filonului VII s-a efectuat un număr mai redus de măsurători în comparație cu zona de culcuș, dar suficiente pentru a se putea trage o concluzie edificatoare asupra caracteristicilor structurale.

În urma prelucrării statistice a polilor fisurilor în diagrame se desprind următoarele :

Pentru unele zone numărul sistemelor de fisuri este mai mare decât în zona de culcuș și au în general înclinări apropiate de verticală.

În alte diagrame se evidențiază numai sistemele m_1 și m_2 .

Pe de altă parte chiar în diagramele cu mai multe maxime se conturează și maximele sistemelor m_1 și m_2 . În ceea ce privește densitatea sistemelor de fisuri și pentru această zonă, la fel ca și pentru zona de culcuș, se remarcă frecvența mai mare a fisurilor din sistemul m_2 cu înclinări nord-vestice în jur de 50-80°. Gradul de omogenitate cel mai mare este evident și în zona de acoperiș pentru sistemul m_2 . De asemenea și faliile coincid în cea mai mare parte tot cu acest sistem.

Datele comparative ale sistemelor de fisuri întâlnite în culcușul și acoperișul filonului VII Borzaș duc la concluzia că legile de formare a fisurilor sînt aceleași pentru ambele zone.

c) *Caracterele genetice și cinematice ale fisurilor.* Cauzele generale ale formării fisurilor în rocile eruptive pot fi forțele endogene sau exogene.

Forțele endogene apar în genere ca rezultat al răcirii magmei.

Ca urmare a acestui proces are loc o micșorare de volum a materialului magmatic după mai multe direcții și schițarea unor sisteme de fisuri, denumite în literatura de specialitate fisuri endogene sau endocinetice. După aceste sisteme de fisuri roca se desface în paralelipiede. Sistemele de fisuri endocinetice se dezvoltă în special la periferia corpurilor eruptive, unde răcirea a fost mai accentuată.

Forțele exogene dau naștere la sisteme de fisuri tectonice sau exocinetice. Ele se caracterizează prin faptul că se dezvoltă de obicei în jurul unor falii, fie paralel sau subparalel cu ele. Ca număr apar în general două sisteme dintre care unul mai bine pronunțat (F. I. Volfsou, 1953; Gurău, 1961).

Așa cum s-a mai arătat în altă lucrare (Gurău, 1961; Bercia, Gurău, 1961), faliile și fisurile tectonice adiacente lor prezintă o anumită relație geometrică între axa B (linia de intersecție a sistemelor de fisuri cu faliile), direcția de deplasare (Ld) în planul faliei principale și sensul deplasării compartimentelor faliilor.

Pentru studierea mecanismului de formare a fisurilor și faliilor este necesară determinarea axei B tectonice, a liniei și sensului de deplasare a flancurilor faliei cu ajutorul elipsoidului de deformare.



Axa B rezultă din intersecția oricăruia din sistemele de fisuri tectonice de sprijin cu falia principală. Linia Ld de deplasare în planul faliei se află la 90° față de axa B, iar sensul de deplasare a compartimentului faliat este indicat de vârful unghiului obtuz al fisurilor de forfecare cu falia principală sau unghiului ascuțit al fisurilor de tensiune cu falia principală (Gurău, 1961; 1967).

Sistemele de fisuri în zăcămintul de la Borzaș, atât cele din zona de culcuș cât și cele din zona de acoperiș (stock) au caractere tectonice specifice fisurilor de origine tectonică exogenă și anume:

Prezintă numai două maxime principale de fisuri care se dezvoltă spațial de o parte și de alta a fracturii filonului VII;

Sistemul m_1 se dezvoltă numai în zona adiacentă a fracturii filonului VII, unde maximul de frecvență al acestuia prezintă un caracter mai puțin izometric;

Atât primul cât și cel de al doilea sistem reprezintă fisuri plane, drepte, de obicei închise, caracteristici specifice fisurilor de forfecare dispuse sub un anumit unghi față de falia principală, în cazul Borzaș față de fractura filonului VII.

B) *Poziția elipsoidului de deformare în structura Borzaș și cinematica fisurilor*

Pentru studierea poziției elipsoidului de deformare în structura zăcămintului Borzaș s-a determinat axa B pe diagrame locale cât și în cadrul unor diagrame generale, atât pentru zona de culcuș cât și pentru zona de acoperiș a filonului VII (pl. IV d).

Din analiza tectonogramelor locale și generale reiese că poziția maximelor m_1 și m_2 din zona de acoperiș, care determină direcția și înclinarea axei B, este identică cu poziția maximelor m_1 și m_2 din zona de culcuș. Această relație se reflectă și în poziția axei B a celor două compartimente ca și în poziția însăși a elipsoidului de deformare care trebuie să fie în această situație aceeași în ambele compartimente (pl. III, secțiunea III).

În tabelul 1 sînt arătate direcția și valoarea înclinării axelor B în diagramele locale.

Din tabel reiese că axa B înclină cînd spre NE, cînd spre SW cu valori cuprinse între $0-25^\circ$.

Prelucrarea statistică a tuturor axelor în tectonograma generală pentru zona de culcuș indică poziția aproape de orizontală a axei B cu o ușoară înclinare de $2-3^\circ$ spre NE (pl. III, secțiunea III).



TABELUL I

Diagrama	Direcția și înclinarea axei B			Diagrama	Direcția și înclinarea axei B		
	NE	SW	orizontal		NE	SW	orizontal
D 4	—	—	+	D 56	—	—	+
D 5	—	—	+	D 61	—	—	+
D 26	14	—	—	D 50	30	—	—
D 28	—	16	—	D 52	10	—	—
D 19	—	25	—	D 42	—	8	—
D 24	18	18	—	D 34	—	—	—
D 9	—	18	—	D 44	5	—	—
D 60	11	—	—	D 56	26	—	—
D 61	16	—	—	D 53	—	4	—
D 45	—	—	—	D 55	—	—	—
D 62	—	—	+	D 51	18	—	—
D 43	—	—	+	D 19	—	+	—
D 7	—	—	+	D 14	14	—	—
D 2	—	—	+	D 69	24	—	—
D 54	—	—	+	D 70	6	—	—
D 63	—	—	+	D 66	36	—	—

Poziția orizontală a axei B într-o structură disjunctivă este un indiciu că forțele tectonice care au acționat și cauzat fisurarea andezitelor au fost forțe gravitaționale, unde linia Ld de deplasare în planul faliei principale coincide cu linia de cea mai mare pantă a acesteia. Pentru verificarea poziției liniei de deplasare Ld în planul faliei s-a măsurat și poziția striatiilor din planul oglinzilor de fricțiune a filonului VII. Toate pozițiile coincid perfect cu linia de cea mai mare pantă a filonului ceea ce confirmă acțiunea forțelor gravitaționale în formarea structurii disjunctive.

Observațiile privind relațiile dintre sistemele de fisuri pledează în favoarea ipotezei după care sistemele de fisuri m_1 și m_2 sînt sincrone cu falia principală.

Este probabil ca într-o etapă următoare formării fisurației să fi avut loc mișcări de aceeași natură care să fi dus la deplasarea în continuare a celor două compartimente fie după planul filonului VII, fie după plane paralele cu acesta identificate în culcușul lui.

Faptul că maximele m_1 și m_2 puse în evidență în diagramele celor două compartimente (culcușul și acoperișul filonului VII) sînt identice, este un indiciu că deplasarea nu a avut un caracter de rotație față de normala la planul de alunecare.

Din tabelul 2 și planșa TV d se observă că poziția elipsoidului de deformare este aproape verticală. Axa A înclină cu 70° spre SE, axa B

TABELUL 2

Elemente structurale	Azimutul direcție	Azimutul înclinare	Înclinare
AC	320°		90°
A		140°	70°
B culcuș		50°	0°
B acoperiș		50°	15°
C		320°	20°
Ld		140-150°	25°-35°-50°
Filonul VII		150°	25°-35°-50°
m ₁		140°	55°
m ₂		320°	70°

în zona de culcuș este orizontală iar în zona de acoperiș înclină cu 15° spre N 50° E. Această diferență este posibilă datorită omogenității mai reduse a fisurilor din zona de acoperiș cât și numărului mai mic de măsurători efectuate în acest sector (cca 300 măsurători).

Axa C înclină cu 20° spre NW făcînd un unghi de aproape 45° cu linia de deplasare Ld din planul faliei.

Relațiile dintre elementele structurale stabilite pentru structura Borzaș confirmă originea exocinetică a structurii disjunctive reprezentată prin falia principală (filonul VII) și două sisteme de fisuri de sprijin de forfecare m₁ și m₂. Față de falia principală (filonul principal) compartimentul de culcuș este coborît, iar cel de acoperiș ridicat.

O importanță deosebită în schițarea inițială a structurii Borzaș este posibil să fi avut prezența unui corp subvulcanic a cărui penetrare sub stivele sedimentare plastice panoniene ar fi putut provoca presiuni tectonice (fig. 1).

III. Mineralizația

Mineralizația predominantă a zăcămintului este formată din cuarț, adular, pirită și marcasită, minerale dispuse în cruste sau filonașe pe fisuri (pl. I, fig. 1).

La sulfuri se remarcă în special paragenza pirită-marcasită-melnicovit, minerale dezvoltate mai bine pe zonele de triturare care coincid cu sistemul m₂ de fisuri.

În urma observațiilor microscopice s-au identificat următoarele minerale: pirită, aur, blendă, calcopirită, galenă, mispichel, marcasită, melnicovit, minerale de gangă, iar ca mineral supergen — limonitul.

În ceea ce privește frecvența lor în zăcămint, remarcăm abundența mineralelor de gangă urmate de pirită, celelalte fiind prezente cu totul subordonat.

Pirita reprezintă cea mai mare parte a mineralelor metalice și este distribuită neuniform ca impregnații sau vinișoare cu dimensiuni în general destul de mici. Se observă adesea că pirita fin cristalizată apare diseminată în masa rocii, în timp ce pirita cu granulație mai mare este mai frecventă în vinișoare sau filonașe. Adesea pirita în granule foarte fine formează depuneri pe contururile unor minerale transformate, în special minerale fierice.

În cazul unor silicifieri avansate ale rocii sau în zonele filoniene se remarcă asociația frecventă a piritei cu marcasita și melnicovitul, asociație în care există tendința de înlocuire a piritei de către marcasită.

Celelalte sulfuri (blenda, calcopirita, galena, mispicbelul) sînt în cantitate neînsemnată și se asociază uneori cu mineralele de gangă.

Mineralele de gangă care însoțesc mineralizația sînt reprezentate în special prin cuarț și adular în care cuarțul este cel mai frecvent și reprezintă aproximativ 90% din masa mineralizației.

În afara acestora mai menționăm, ca minerale nemetalice, carbonații și cloritul.

Cuarțul formează filonașe cu diverse orientări și cu grosimi de la 0,5 milimetri pînă la cîțiva centimetri.

Relațiile surprinse în distribuția mineralelor de gangă au făcut posibilă evidențierea succesiunii de cristalizare, după cum urmează: cloritul și adularul s-au format într-o fază mai timpurie, au fost urmate de cuarț și succedate de carbonați care au încheiat acest ciclu de depunere.

În scopul valorificării mineralizației de la Borzaș au fost făcute diferite încercări de stabilire a frecvenței aurului în zăcămint.

În majoritatea cazurilor, observarea aurului a fost posibilă numai datorită studierii unor concentrate piritoase cu conținut ridicat în aur.

La microscop, în secțiuni lustruite s-a observat că aurul se găsește sub formă de granule fine incluse în pirită, calcopirită, blendă sau distribuite în mineralele de gangă, în deosebi în cuarț.

Parageneza cea mai importantă este aur-pirită și sub această formă este distribuită cea mai mare parte a aurului de la Borzaș (pl. II, fig. 3).

În general, nu se observă o corelare între conținutul în aur al probelor și conținutul în sulf și aceasta datorită distribuției sale neuniforme.

Asociația aurului cu calcopirita este destul de frecventă, însă granulele de aur au dimensiuni mai mici și sînt dispuse în zonele periferice ale granulelor de calcopirită. Aurul liber în mineralele de gangă are de obicei dimensiuni mai mari și apare sub formă de cristale idiomorfe.

Caracterul distribuției aurului în lucrările miniere și legătura spațială a acestuia cu fisurile. În scopul stabilirii variației conținutului în aur s-au întocmit secțiuni geologice prin zăcămintul Borzaș cu histogramme și curbe de variație a conținutului în aur în lucrările miniere orizontale și verticale. Pentru ilustrarea corelației între conținutul în aur al diferitelor zone și sistemele de fisurație din zăcămint, în secțiuni sînt reprezentate diagramele de fisuri pe tronsoane, înclinarea fisurilor cu frecvență maximă, precum și zonele principale de intensă triturare și mineralizare corelate la diferite orizonturi (filoanele IX, X etc. pl. IV a, b, c).

Observînd variația conținutului în aur în lucrările miniere din culcușul și acoperișul filonului VII, distingem următoarele:

În general se remarcă pe orizontală o alternanță între zone cu conținuturi scăzute în aur (0-1,5 g/t) cu zone ale căror conținuturi sînt ridicate (1,5 g/t-5 g/t). Zonele cu conținut scăzut au grosimi de 5-20 m, iar cele cu conținut ridicat se dezvoltă pe 3-25 m (pl. III).

În zonele cu conținut scăzut variația aurului este în general omogenă pe cînd în cele cu conținut ridicat, atît în zona de culcuș cît și în cea de acoperiș se constată adesea o creștere gradată a conținuturilor, astfel încît valorile mai ridicate coincid cu zone de triturare din cadrul sistemului de fisuri m_2 iar pe măsura depărtării de zona triturată, conținuturile descresc treptat (pl. IV a, c).

În ceea ce privește frecvența zonelor cu conținuturi mai ridicate, observăm că este mai evidentă în apropierea filonului VII și mai mică pe măsura depărtării de acesta.

În culcușul filonului VII se evidențiază mai multe zone cu conținuturi mai mari în aur (5-6 zone), însă concentrațiile aurifere și grosimea lor sînt relativ mici. Spre deosebire de culcuș, în acoperiș numărul acestora se limitează la 2-3 zone cu grosimi mai mari și conținuturi mai ridicate. Limita dintre zonele cu conținuturi scăzute și cele ridicate, în acoperișul filonului VII este în genere mai tranșantă, conținuturile crescînd brusc (pl. IV b).

Privite în plan orizontal, conținuturile în aur atît în zona de acoperiș cît și în zona din culcușul filonului VII se repetă în toate profilele la diferite orizonturi, formînd zone cu orientare NE-SW, paralele cu direcția sistemelor de fisurație m_1 și m_2 . Această orientare reiese și din dispunerea nord-



estică a surpăturilor existente la suprafața zăcămintului Borzaș, care marchează zonele exploatate în trecut.

În ceea ce privește variația aurului pe înclinare, remarcăm următoarele :

Conținuturile mai ridicate se dispun în general în cadrul zonelor de intensă triturare și în special în zonele cu frecvență maximă a sistemului de fisuri cu înclinare nord-vestică (m_2) (filoanele VIII, IX, X, pl. IV b).

Aceasta face ca zonele de intensă fisurare și mineralizare să se coreleze la diferite orizonturi.

Zonele exploatate au în genere orientări care amintesc înclinarea sistemului de fisuri m_2 .

Relațiile dintre structura disjunctivă, mineralizația auriferă și sulfurile metalice. Cunoașterea acestei relații are o importanță deosebită atât în ceea ce privește stabilirea genezei cât și a metodologiei de explorare și exploatare a zăcămintului Borzaș.

Analizele chimice au arătat că nu peste tot unde se dezvoltă sistemele de fisuri, probele au dat și conținut de aur, în schimb prezența aurului pretutindeni este legată spațial de sistemul de fisuri m_2 și numai în apropierea filonului VII este legată și de sistemul m_1 . Această relație este prin urmare nu numai spațială dar și genetică.

Legătura dintre mineralizația auriferă, sulfuri și cuarț este directă, de unde se poate intui concluzia că această relație este de ordin genetic.

Prezența aurului în proporție ridicată în concentratele de pirită este un indiciu că aurul se găsește fin dispersat în pirită, așa cum de altfel s-a putut observa și în secțiunile șlefuite.

Mulți cercetători, printre care și E d w a r d s, 1954, admit că aurul apare și sub forma unor soluții solide interstițiale în rețeaua pirită, ținând seama de faptul că atomii de aur cu diametrul de 2,88 Å pot înlocui pe cei de fier cu diametrul de 2,50 Å. Prezența aurului în structura cristalină a pirită și arsenopirită este cunoscută la multe zăcăminte aurifere din lume și din țara noastră, fiind posibilă și în cazul zăcămintului Borzaș.

Pentru zăcămintul Borzaș, relațiile de timp dintre structura disjunctivă, mineralizația auriferă și sulfuri pledează în favoarea originii hidrotermale a zăcămintului.

Calea principală de acces a soluțiilor a constituit-o, probabil, fractura filonului VII, iar căile de distribuție și localizare a mineralizației aurifere și de sulfuri au fost fracturile paralele cu sistemul m_2 , zonele de fisurație m_2 și parțial m_1 .



Soluțiile hidrotermale au avut probabil un caracter acid. În favoarea acestei presupuneri pledează prezența cuarțului hidrotermal ca și silicifierile ce apar împreună cu pirita și celelalte sulfuri în zonele de fisurație dezvoltată.

În favoarea originii hidrotermale epitermale a zăcămintului sînt și rezultatele analizelor de termometrie efectuate pe cristale de cuarț.

Temperatura de formare a mineralizației. Analiza geotermometrică a cuarțului din zăcămintul Borzaș a fost executată pe probe recoltate de la orizontul 353.

Metoda adoptată a fost aceea a omogenizării incluziunilor gazoase cu cele lichide; aceste incluziuni au apărut în cristale în momentul formării lor.

Deși numărul de analize este suficient de mare — 112 analize — rezultatele acestora sînt informative, deoarece ele se referă la un singur nivel minier.

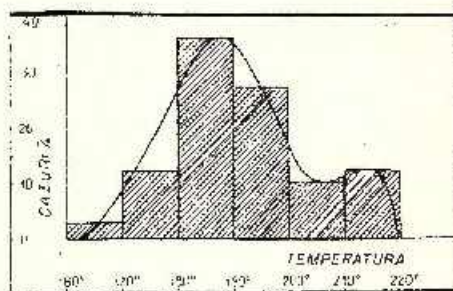
Trebuie totodată să menționăm faptul că în stockul Borzaș prezența cristalelor de cuarț ce pot permite efectuarea de analize geotermometrice este foarte rară.

În urma analizelor executate a fost construită diagrama de frecvență a temperaturilor.

Din diagramă (fig. 2) reiese că temperatura de formare a cuarțului din zăcămintul Borzaș este cuprinsă între 160-220°, cu maxima între 180-200°. Această maximă reprezintă clasa cu cel mai mare număr de

Fig. 2. — Histograma și curbura de frecvență a temperaturii de formare a cuarțului în zăcămintul Borzaș la orizontul 353.

Histogramme et courbe de la fréquence de la température de formation du quartz dans le gisement de Borzaș (horizon 353).



incluziuni — 70 incluziuni, adică 62% — ceea ce ne face să considerăm că majoritatea cuarțului de la Borzaș s-a format la o temperatură cuprinsă între 180-200°. În diagramă se mai evidențiază o maximă, mai puțin pronunțată, între 210-220°. Aici intră un număr mai mic de analize — 14 analize, adică 12,5%.

Ținând seama și de cea de a doua maximă, trebuie să considerăm că formarea cuarțului a avut loc în două etape. În prima etapă, temperatura soluțiilor a fost mai ridicată, făcând o trecere spre faza mezotermală iar în a doua etapă soluțiile au avut o temperatură mai scăzută, însă un volum mult mai mare, ceea ce explică încadrarea procesului de mineralizare de la Borzaș în faza epitermală.

Interpretarea poziției corpurilor de minereu în funcție de distribuția fisurilor. Din capitolele precedente reiese că mineralizația auriferă de la Borzaș este indisolubil legată genetic și spațial de fisurație, cu precădere de sistemul de fisuri m_3 cu înclinare nord-vestică.

Pe baza acestei concluzii, desprinsă din studiul relațiilor mineralizației cu fisurația, se formulează ideea potrivit căreia corpurile de minereu au forme care se înscriu pe direcția și înclinarea sistemului general de fisurație. Astfel în cadrul zăcămintului aurifer Borzaș se delimitează zone cu conținut mai ridicat în aur dispuse de o parte și de alta a filonului VII. Acestea au forme complicate însă, în mare, pot fi asemuite unor corpuri paralele orientate NE-SW cu înclinare nord-vestică, aproximativ perpendiculare pe filonul VII.

Prin lucrările executate pînă în prezent s-au pus în evidență și s-au conturat parțial 13 astfel de corpuri, dintre care 3 în acoperișul filonului VII și 10 în culcușul acestuia. Lungimea acestora este de 100-150 m, grosimea variind între 5 și 25 m. În ceea ce privește dezvoltarea pe înclinare, acestea se extind pe 50-150 m. Corpurile din acoperișul și culcușul filonului VII prezintă asemănări privind forma și distribuția aurului, deosebiri referindu-se la numărul lor, la concentrația auriferă și la posibilitățile de dezvoltare pe înclinare. În acoperișul filonului VII există un număr mai redus de corpuri, însă prezintă conținuturi în aur mai ridicate. Dintre acestea se evidențiază corpul nr. 1 care în trecut a constituit obiectul unor exploatari reduse marcate prin prezența abatafelor subterane și a surpăturilor de la suprafață.

În culcușul filonului VII s-au delimitat parțial zece corpuri mineralizate cu conținuturi în general mai slabe, a căror extindere pe înclinare pare să nu depășească 100 m.

Aceste corpuri sînt insuficient cercetate pentru a se trage concluzii definitive privind extinderea și importanța lor economică. Pe măsura avansării lucrărilor de cercetare, se vor obține date care vor întregi imaginea reală a zăcămintului.



Concluzii

În urma studierii zăcămintului aurifer de la Borzaș cu metode complexe de investigație se desprinde faptul că acesta are origine hidrotermal-epitermală.

Aurul este legat în cea mai mare parte de pirită și enarț și subordonat de alte sulfuri (calcopirită, blendă).

Cu metoda microtectonică s-au pus în evidență două sisteme de fisuri tectonice m_1 și m_2 , dispuse de o parte și de alta a fracturii filonului principal VII. Mineralizațiile coincid în cea mai mare parte cu sistemul m_2 care este aproape perpendicular pe filon. Acest sistem cu densitate mare și zone de slabă rezistență mai numeroase a avut un rol important în circulația soluțiilor hidrotermale și a determinat poziția actuală a corpurilor de minereu dispuse perpendicular pe filonul VII, de o parte și de alta a lui.

Fisurile m_1 capătă o dezvoltare ceva mai mare în vecinătatea filonului VII, în legătură cu care s-au format.

Studiul frecvenței aurului a pus în evidență faptul că acesta este direct legat spațial de zonele de maximă fisurație din zăcămint.

Probabil că fractura filonului VII a servit drept cale de acces a soluțiilor, sistemele de fisuri din zona de culcuș și acoperiș avînd un rol important în depunerea mineralizațiilor.

Sistemul m_2 de fisuri din zona de acoperiș este mai bine mineralizat și mai bogat în aur, probabil și datorită faptului că aici venirea soluțiilor a avut un caracter ascensional sub impulsul soluțiilor ce circulau pe fractura principală.

De altfel una din zonele mai bogate în aur a sistemului m_2 de fisuri din acoperișul filonului VII corespunde la suprafață cu o zonă exploatată la zi.

Ca o concluzie generală remarcăm faptul că metoda microtectonică a avut un rol important în descifrarea structurii și genezei zăcămintului de aur de la Borzaș, aducînd elemente prețioase în stabilirea poziției și formei corpurilor de minereu.

BIBLIOGRAFIE

- Bercia I., Gurău A. (1961) Prospekțiuni microtectonice. Ed. tehnică, București.
Edwards B. (1954) Textures of the ore minerals and their significance, Australian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne.



- Gessell A. (1892) Montangeologische Aufnahme des Erzdistriktes von Nagybánya. *Jahresb. d. Kgl. Ung. Geol. Anst. f. Geologie*, Budapest.
- Gherasi N. (1964) Contribuții la cunoașterea unor erupțiuni neogene de la Baia Mare. *D. S. Com. Geol. LJI*, București.
- Giușcă D. (1960) Adularizarea vulcanitelor din regiunea Baia Mare. *Acad. R.S.R. Stud. cerc. geol.* V, 3, București.
- Gurău A. (1961) Importanța fisurilor de sprijin în studiul zăcămintelor. *Rev. Min.* 2, București.
- (1967) Probleme de microtectonică aplicată. *Bul. Geol. M.M.* 4, București.
- Ianovici V., Giușcă D., Manilici V., Gherasi N., Jude R., Gheorghiuță L., Dimitrescu R. (1961) Ghidul excursiilor Baia Mare. *Asoc. Geol. Carp.-Balc. Congr.* V, București.
- Kalmár I., Bălașa E. (1969) Asupra sistemelor de fisuri din neeruptivul de la Cicrlău (Baia Mare). *D. S. Com. Stat Geol.* LIV/2, București.
- Pály M. (1916) Über die Propylitisierung der Eruptivgesteine. *Földt. Közl.* XLVII, Budapest.
- Pitulea G., Gurău A., Tănăsescu Fl. (1966) Studiul microtectonic al zăcămintului de baritină de la Ostra. *D. S. Com. Stat Geol.* LII/1, București.
- Rădulescu D. (1958) Studiul petrografic al formațiunilor eruptive din regiunea Seini-Iiba-Nistru (Baia Mare). *An. Com. Geol.* XXXI, București.
- Szöke A. (1985) Observații petrografice microtectonice și structural-petrologice în regiunea văii Ilbei (munții Gulii). *Stud. cerc. geol. geof. geogr. seria geol.* X, 2, București.

SUR LA STRUCTURE ET LA GENÈSE DU GISEMENT AURIFÈRE BORZAȘ (BAIA-MARE)

(Résumé)

Le gisement aurifère Borzaș est situé dans le périmètre minier Săsar, à environ 5 km de la ville Baia-Mare, à savoir dans les andésites quartzifères de Berăria-Piscuiau qui traversent les formations sédimentaires d'âge éocène, tortonien et sarmatic.

La minéralisation est constituée par l'or associé aux sulfures métalliques, tout spécialement la pyrite, le quartz et les hydroxydes de fer résultats de la hypergénèse du gisement.

Parmi les problèmes soulevés par l'étude de ce gisement (génèse, méthodes d'exploration-verification, préparation et exploitation) la détermination de la position des corps de minéral est l'un des très difficiles qui ait exigé sa solution. En ce but, on a utilisé des méthodes variées, différenciées par étapes de recherche à savoir le levé géologique-petrographique détaillé et la méthode microtectonique à l'aide de laquelle on a mis en évidence les systèmes de fissures du gisement, leur fréquence et leur rapport avec les minéralisations.

C'est en utilisant l'étude microtectonique qu'on a pu démontrer l'importance de l'analyse structurale du gisement pour la détermination de la position des corps de minéral.

L'étude microtectonique des fissures et la géochimie de la distribution de l'or dans le gisement ont tiré au clair deux problèmes importants concernant les facteurs qui contrôlent la minéralisation aurifère et leurs rapports avec la minéralisation.



a) *Contrôle structural des minéralisations.* Le gisement aurifère Borzaș est constitué de plusieurs zones minéralisées, parallèles, disposées d'une part et de l'autre d'une fracture filonienne, dénommée la fracture principale du filon VII.

Des levés géologiques-pétrographiques initiaux, mis d'accord avec les données de vérification, il résultait que les zones minéralisées du lit du filon VII auraient été parallèles avec le filon et les zones du toit perpendiculaires sur celui-ci. Cette interprétation est due au fait que les travaux d'exploration du lit du filon VII ont été initialement plus développés tout près du filon où la fissuration prédominante est parallèle avec celui-ci. L'étude microtectonique détaillée des systèmes de fissures du gisement (environ 4 000 de mesurages) a mis en évidence, d'une part et de l'autre du filon VII, deux systèmes principaux de fissures, orientés NE-SW et à différents pendages. Le système m_1 , en rapport de sous-parallélisme avec le filon VII, est incliné vers le SE de 30° à 50°, et le système m_2 est incliné vers le NW de 50° à 70°. Ces systèmes de fissures présentent les caractéristiques suivantes :

1. Les fissures du système m_1 sont moins développées que les fissures du système m_2 et elles apparaissent surtout à proximité du filon VII, tandis que le système m_2 a un développement et une extension plus grands ;

2. La ligne d'intersection des systèmes de fissures m_1 et m_2 est presque horizontale, fait exprimé par la disposition symétrique des maxima m_1 et m_2 dans les tectonogrammes ;

3. À l'encontre du système de fissures m_1 , sur la direction du système m_2 apparaissent fréquemment des zones de trituration et de fracture, reprises dans les phases tectoniques plus récentes.

4. Tant le système m_1 que le système m_2 représentent de très étroites fissures (au-dessous d'un centimètre) qui font partie du groupe des fissures de cisaillement.

Cinématique des fissures. La direction perpendiculaire des traces sur les miroirs de friction du plan de la fracture du filon VII par rapport à la ligne d'intersection des deux systèmes de fissures (m_1 et m_2) fait la preuve de leur origine exocinétique (tectonique). La distribution des systèmes de fissures uniquement d'une part et de l'autre de la fracture du filon VII constitue un argument pour leur liaison génétique avec la fracture du filon pour le synchronisme de leur constitution. Cette hypothèse est confirmée par le fait que l'ellipsoïde de déformation a la même forme tant pour la zone du toit que pour celle du lit du filon VII.

À ce que l'on sait déjà, les relations positionnelles entre les fissures et la faille principale nous mettent à même de préciser le sens du déplacement relatif d'un compartiment de la faille par rapport à l'autre (F. I. Volison, 1953; Gurău, 1961).

Le compartiment du toit du filon VII a eu un mouvement relatif de soulèvement, tandis que celui du lit un mouvement descendant. Le sens du déplacement des compartiments est indiqué par la pointe de l'angle obtus formé par les fissures de cisaillement qui viennent s'appuyer sur une faille (la fracture du filon VII).

La position horizontale de l'axe B de l'ellipsoïde (la ligne d'intersection des deux systèmes de fissures m_1 et m_2), ainsi que la position perpendiculaire des traces des miroirs de friction (la ligne de déplacement dans le plan de la faille) vis-à-vis de l'axe B, prouvent que des forces tectoniques gravitationnelles ont aussi pris part à la formation de la structure disjonctive.

b) *Relations entre la minéralisation et la fissuration.* En ordre d'étudier ces relations, outre le levé détaillé de l'intensité de la minéralisation dans le gisement et outre la corrélation des teneurs en or pour les échantillons en sillons, on a exécuté des histogrammes pour la fréquence de l'or en chaque horizon.

L'intensité de minéralisation en or coïncide avec le système de fissures m_2 (NW). La mise en évidence des zones utiles selon le degré de minéralisation (la grandeur de la teneur) et de

fissuration dans toutes les transversaux de divers horizons, rend manifestes des zones à minéralisations parallèles, disposées presque perpendiculairement sur le filon VII, tout comme le système de fissures m_2 .

Ces zones présentent de plus grandes teneurs en or dans la partie centrale où la fissuration est plus intense; elles sont plus réduites, jusqu'à leur disparition, dans les parties latérales à fissuration faiblement développée.

La concordance de l'intensité de minéralisation aurifère avec la fréquence maximum des fissures démontre le rapport spatial de celles-ci et la nature postdisjonctive des minéralisations.

Minéralisation. Selon l'ordre quantitatif, les minéraux métalliques sont représentés par pyrite, marcassite, mispickel, blende, chalcopryrite, or, galène.

Les minéraux de gangue sont presque en exclusivité représentés par la paragenèse quartz-adulaire. Le phénomène d'adularisation, dans son ensemble, est très caractéristique pour le gisement Borzaş, ayant un caractère général et intense tant sur l'étendue du stock que sur une vaste zone voisine.

On a étudié du point de vue géothermique les échantillons de quartz par la méthode de l'homogénéisation. À la suite de l'interprétation des données, on a conclu que les températures de formations du quartz étaient de 180°C jusqu'à 220°C (les températures maxima entre 180°C et 200°C) fait qui démontre que le processus de minéralisation du gisement Borzaş appartient à la phase épithermale.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche III

Coupes transversales dans le gisement Borzaş.

1, > 5g/t Au; 2, 5-2 g/t Au; 3, 2-1 g/t Au; 4, andésites quartzifères à > 1 g/t Au; 5, tectonogrammes; a, fissures; b, linéations.

Planche IV

Variation de la teneur en or (a, b, c) et la position de l'ellipsoïde de déformation (d).

1, zone de fissuration intense; 2, fréquence de la distribution de l'or; 3, fréquence moyenne de la distribution de l'or; 4, tectonogrammes pour fissures.



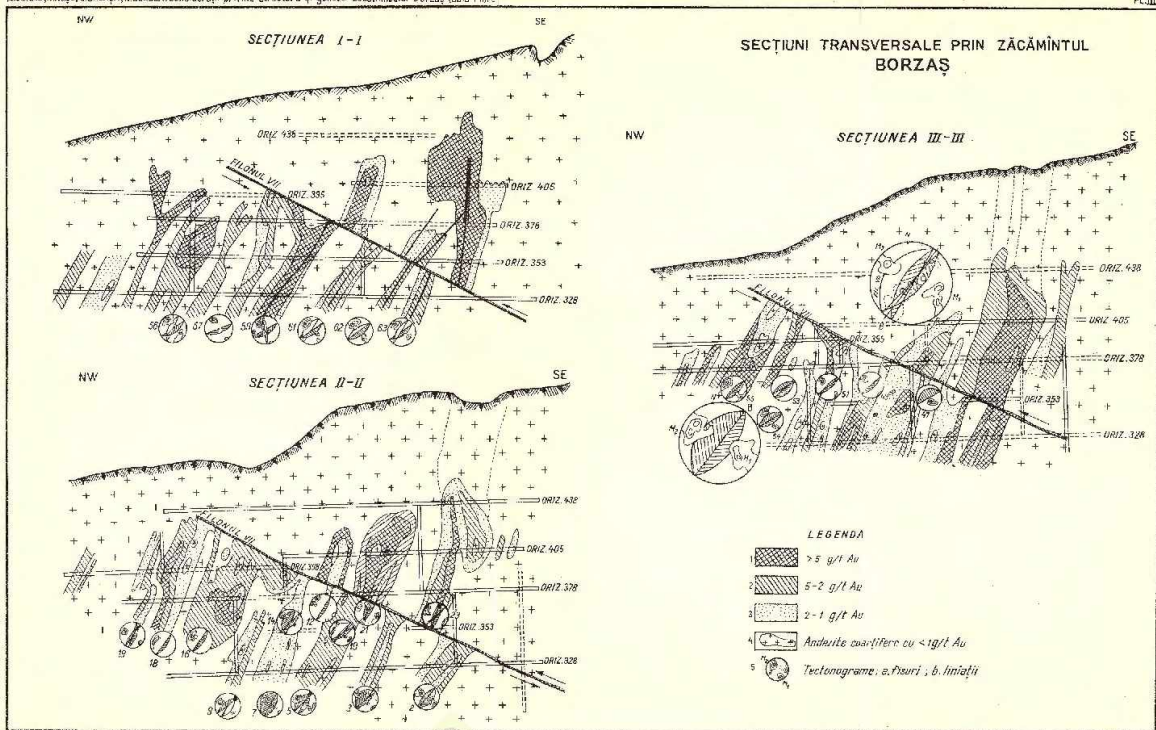
PLANȘA I



PLANȘA I

- Fig. 1. — Aspect sub microscop al minereului din stockul Borzaș; cruste de adular-cuarț-pirită, într-un andezit cuarțifer brecciat. N +, x 40.
Aspect microscopique du minerai du stock Borzaș; croûtes d'adulaire-quartz-pyrite dans une andésite quartzifère bréchifiée. N +, x 40.
- Fig. 2. — Pseudomorfoză de adular după plagioclaz; în adular se văd incluziuni de sericit, N +, x 40.
Pseudomorphose d'adulaire d'après le plagioclase; on remarque des inclusions de séricite dans l'adulaire. N +, x 40.
- Fig. 3. — Pseudomorfoză de adular după plagioclaz; în adular se văd incluziuni de sericit, N +, x 40.
Pseudomorphose d'adulaire d'après le plagioclase; on remarque des inclusions de séricite dans l'adulaire. N +, x 40.





2. ZĂCĂMINTE

GEOCHIMIA ELEMENTELOR MAJORE DIN ZĂCĂMÎNTUL DE SULFURI POLIMETALICE DE LA FUNDUL MOLDOVEI¹

DE

HANS GEORG KRÄUTNER, PETRE ANDĂR, ANCA ANDĂR²

Abstract

Geochemistry of Major Elements in the Polymetallic Sulphide Ore Deposit from Fundul Moldovei. The ore deposit is intercalated conformably in the epimetamorphic formations of the East Carpathians Tulgheș series, and represents a metamorphosed volcanogenous-sedimentary accumulation. The conclusions are based on processing by mathematical statistical methods of approximately 4 000 individual data introduced in computations, grouped in collectivities, separated on the basis of stratigraphical criteria. There were investigated: homogeneity of collectivities, nature of distribution, variability of the content in elements of the ore deposit, comparison of the chemical composition of various stratigraphical levels in ore deposits and relations between elements. Special emphasis is laid on the geological significance of the geochemical features of the ore deposit.

Studiul de față își propune abordarea pe baze statistice matematice a geochimiei zăcămintului Fundul Moldovei. Zăcămintul reprezintă una din principalele acumulări de sulfuri polimetalice vulcanogen-sedimentare metamorfozate, din formațiunile epimetamorfice ale seriei de Tulgheș și se caracterizează prin faptul că pe o suprafață restrînsă oferă o varietate relativ mare de tipuri de minereu.

Zăcămintele vulcanogen-sedimentare se pretează prin natura lor în mod deosebit studiilor de statistică matematică care pot contribui în mare măsură la elucidarea unor probleme de geochimie și geneză. Avantajul pe care îl oferă acest tip de zăcăminte constă pe lângă aspectul relativ omogen al minereului, în special în faptul că procesul de depunere a acu-

¹ Comunicare în ședința din 24 ianuarie 1969.

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

mulărilor de minereu a fost supus unui control stratigrafic concretizat în dispunerea minereului în cadrul aceluiași nivel stratigrafic sau la nivele stratigrafice diferite. Spre deosebire de zăcămintele hidrotermale filoniene în care produsele pulsațiilor succesive apar suprapuse, în zăcămintele vulcanogen-sedimentare dispunerea produselor venurilor hidrotermale succesive la diferite nivele stratigrafice înlesnește urmărirea variațiilor cărora au fost supuse soluțiile hidrotermale atât în timp cât și în spațiu și permite deducerea în consecință a evoluției geochemice a procesului genetic.

În zăcămintul Fundul Moldovei concentrațiile de sulfuri se află intercalate în formațiunea vulcanogen-sedimentară care constituie complexul vulcanogen superior al serici de Tulgheș (Proterozoic superior-Paleozoic inferior) (Bercia et al., 1967). Ele se află dispuse într-un orizont stratigrafic — orizontul Fundul Moldovei — alcătuit din șisturi sericito-cuarțoase, uneori feldspatice (metatufitice) și sturi sericito-cloritoase, șisturi cloritoase și metatufuri acide.

Zăcămintul de la Fundul Moldovei este situat pe flancul estic, deversat, al structurii sinclinale majore Fundul Moldovei-Broșteni (Bercia et al., 1967; Kräutner, 1966). Succesiunea deschisă în mină reprezintă în consecință o succesiune inversă, situație care de altfel se reflectă și în flancurile inverse ale microcutelor vizibile în lucrările miniere.

În privința formei de zăcămint se constată fie o concentrare a sulfurilor sub formă de minereu masiv în lentile-strat îndințate și cutate concordant cu șisturile cristaline, fie o diseminare a sulfurilor în șisturi sericito-cuarțoase sau în șisturi cloritoase cu numeroase concentrații locale stratiforme de grosimi reduse, de asemenea conforme cu stratificația și cutate concordant cu șisturile cristaline. Zăcămintul a fost afectat de un sistem de dislocații direcționale și ulterior compartimentat, în tectonica alpină, de două sisteme conjugate de falii oblice.

În perimetrul minei, orizontul Fundul Moldovei este delimitat stratigrafic la partea superioară de rocile cuarțo-feldspatice rubanate ale nivelului de metatufuri și metatufite acide din baza orizontului mediu al complexului vulcanogen superior, iar la partea inferioară de șisturi sericito-cloritoase, uneori cu zoizit și șisturi sericito-grafitoase care se încadrează în partea superioară a orizontului inferior din același complex.

Concentrațiile de sulfuri se află dispuse la două nivele stratigrafice în cadrul orizontului Fundul Moldovei. Nivelele de minereu — pentru desemnarea cărora în activitatea de explorare s-a încetățenit denumirea de zonă — sînt separate printr-un strat de metatufuri riolitice



de 5-20 m și un pachet de șisturi sericito-cuarțoase, în mare parte metatufitice (fig. 1).

Nivelul inferior (zona II) este constituit din șisturi sericito-cuarțoase cu pirită și sulfuri polimetalice. Spre partea superioară se individualizează o lentilă-strat de șisturi cloritoase cu pirită și sulfuri polimetalice. În cazul prezenței acestui minereu cloritos — care spre partea de SE a minei și spre orizonturile inferioare trece treptat în minereul sericitos — nivelul inferior (zona II) poate fi subîmpărțită în două unități stratigrafice cu caractere litologice distincte: zona IIA³ constituită din șisturi sericito-cuarțoase (în general metatufitice) cu concentrații variabile de pirită și sulfuri polimetalice și zona IIB⁴ alcătuită din șisturi cloritoase cu acumulări variabile de pirită și sulfuri polimetalice. Compoziția mineralogică a minereului sericitos din zona IIA cuprinde: pirită, calcopirită, subordonat blendă, galenă și sporadic mispichel, tetraedrit, bismutină, cassiterit, ankerit. La aceste minerale se adaugă constituenții mineralogici ai metatufurilor acide reprezentați prin cuarț, sericit, albit, ortoză ± clorit. Minereul cloritos din zona IIB este alcătuit pe lângă clorit și cuarț din pirită, calcopirită, blendă ± galenă, sporadic bismutină, cassiterit și ankerit.

Nivelul superior (zona I) se caracterizează printr-un minereu masiv piritos cu sulfuri polimetalice dispus într-o lentilă-strat situată spre partea superioară a intervalului stratigrafic cuprins între metatufurile riolitice din partea mediană a orizontului Fundul Moldovei și metatufurile acide care delimitează acest orizont la partea sa superioară. Minereul este constituit predominant din pirită, subordonat din blendă, calcopirită, galenă, pirotină, magnetit, cuarț, clorit, sericit, albit, stilpnomelan, talc, sideroză, ankerit. Sporadic apare cassiterit.

După cum au indicat cercetările efectuate de Kräutner (1964)⁵ zăcămintul de sulfuri polimetalice de la Fundul Moldovei reprezintă — ca de altfel majoritatea concentrațiilor asemănătoare din cristalinul Carpaților Orientali — o acumulare vulcanogen-sedimentară metamorfizată regional în condițiile faciesului șisturilor verzi. Minereul este legat genetic de activitatea magmatică care a generat produsele extrusive acide din formațiunea vulcanogenă a seriei de Tulgheș.

³ În documentația minei Fundul Moldovei se utilizează denumirea de zona III pentru acest nivel cu poziție geometrică superioară.

⁴ Zona II în documentația minei.

⁵ H. G. Kräutner. Studiul mineralizațiilor din cuprinsul zonci cristalino-mezozoice a Carpaților orientali. I. Zăcămintul de sulfuri complexe de la Fundul Moldovei. 1964. Arb. Inst. Geol. București.

În vederea aprofundării geochimiei elementelor majore din minereurile zăcămintului de sulfuri polimetalice de la Fundul Moldovei au fost luate în studiu pe baze statistico-matematice datele analitice din rapoartele de explorări geologice⁶. Analizele avute la dispoziție constau din dozări de S, Cu, Zn, Pb și din câteva date informative asupra conținuturilor în Au și Ag, care din cauza numărului redus nu au putut fi incluse în prelucrările statistice. Având în vedere parageneza simplă a minereului, în care sulfurile sînt reprezentate aproape exclusiv prin pirită, calcopirită, blendă și galenă, datele existente au putut fi completate cu conținutul în Fe din sulfuri, obținut prin calcul, pe baza excesului de sulf, față de cantitatea necesară legării Pb, Zn și Cu în sulfurile respective.

Valorile au fost introduse în calcul grupate în colectivități corespunzătoare minereurilor situate la nivele stratigrafice diferite — respectiv zonele I, IIA, IIB — în scopul de a obține informații atât asupra caracterelor geochimice ale fiecărei zone în parte, cât și asupra elementelor prin care zoncle se deosebesc între ele. Probele au fost luate din șlițuri de 20-40 cm lungime. În consecință — avînd în vedere caracterul stratificat al minereului — analizele reprezintă ele însele valori medii pentru intervalul stratigrafic respectiv. Probele nu acoperă în întregime suprafețele indicate drept nivele cu impregnație pe planurile de orizont ale minei (vezi planșa). Datele utilizabile în prelucrările statistice — analizele care nu au indicat conținuturile în Cu, Pb, Zn sub formă de urme — provin în cea mai mare parte din zonele figurate cu culoare plină în planșă, zone în care impregnația de pirită este însoțită de sulfuri polimetalice cu conținuturi $> 0,3\%$ Cu. În interpretarea rezultatelor trebuie avut deci în vedere faptul că în colectivitățile subzonelor IIA și IIB nu au fost introduse un număr mare de analize cu conținuturi scăzute în Fe, S și Cu $< 0,3\%$.

Din materialul analitic existent au fost selecționate 1150 de analize chimice care însumează aproximativ 4000 de date individuale introduse în calcul.

Distribuția elementelor, gradul de uniformitate și compoziția chimică a minereului

Omogenitatea colectivităților. În vederea obținerii unor informații asupra caracterului populației de date empirice introduse în calcul pentru cele trei colectivități, separate pe baza poziției stratigrafice a minereurilor, a fost cercetată omogenitatea populației prin metoda parabolei (I a n o -

⁶ Nina Isăilă, I. Isăilă. Raport geologic asupra lucrărilor de explorare la zăcămintul Fundul Moldovei. 1965. Arh. Com. Stat. Geol. București.



vici, Dimitriu, 1965; Krumbein, 1965) pentru fiecare element în parte. Colectivitățile stratigrafice s-au dovedit a fi omogene cu excepția S și Fe din zona I (minereu masiv) (fig. 2) și a Cu din zona IIB (minereu cloritos și sericito-cloritos) (fig. 4). Parabolele obținute pentru cele trei cazuri menționate indică existența a două subcolectivități în cadrul colectivităților introduse în calcul.

Întrucît Fe și S în minereul masiv din zona I provin atât din pirită, cît și din alte sulfuri, s-a verificat gradul de omogenitate a colectivității după eliminarea Fe legat în calcopirită, și a S legat în calcopirită, blendă, galenă, pentru a verifica dacă cele două subcolectivități nu reflectă o distribuție preferențială a piritei, calcopiritei, blendei și galenei în minereu. După cum indică parabolele construite pentru S și Fe din pirită (fig. 3) cele două subcolectivități se separă și în acest caz. Neomogenitatea se datorește în consecință unei alte cauze care a acționat în zona I selectiv asupra piritei, celelalte sulfuri de Cu, Zn, Pb caracterizându-se printr-o populație omogenă.

Cele două subcolectivități se separă la conținuturi diferite de Fe și S. Delimitarea lor se face la 23% Fe și 26% S, ceea ce ar corespunde unui conținut de aproximativ 50% pirită. Rezultă că minereului piritos masiv îi corespunde subcolectivitatea cu peste 50% pirită, în timp ce subcolectivitatea a doua este reprezentată printr-un minereu sărac în pirită și după cum indică numărul relativ redus de probe (fig. 2, 3; tab. 1), subordonat cantitativ. În această situație se întrevăd două posibilități de explicare a caracterului neomogen al colectivității de probe din zona I.

1. Analizele subcolectivității B sărace în pirită provin dintr-un minereu de impregnație dispus împrejurul lentilei de minereu masiv. În acest caz separarea celor două subcolectivități ar avea un suport genetic în sensul că subcolectivitatea A corespunde minereului vulcanogen-sedimentar primar, depus direct din soluțiile hidrotermale prin precipitare în jurul zonei de infiltrare în mediul marin, iar subcolectivitatea B, separată de un prag cu scădere bruscă a conținuturilor, ar corespunde fie unui minereu resedimentat fie unor concentrații preponderent piritice provenite din depunerea unei părți a Fe și S în zonele periferice minereului masiv, ca urmare a mobilității mai avansate în concentrații mici.

2. Conținuturile scăzute din subcolectivitatea B se pot datora unui mod neadecvat de probare în zonele marginale ale lentilei de minereu și în jurul intercalațiilor de șisturi din minereul masiv, în sensul diluării probelor cu material steril.



Avînd în vedere incertitudinea asupra semnificației reale a subcolectivității B în cele ce urmează va fi luată în considerare pentru zona I numai subcolectivitatea A, corespunzătoare minereului masiv, reprezentativ pentru acest nivel stratigrafic.

Al doilea caz de populare neomogenă, constatată în cadrul colectivității pentru Cu din subzona IIB, se datorește constituției petrografice

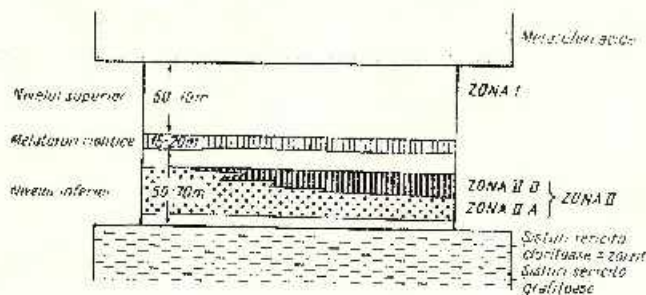


Fig. 1. — Succesiunea stratigrafică din orizontul Fundul Moldovei.
Succession stratigraphique de l'horizon Fundul Moldovei.

neomogene a minereului de la acest nivel stratigrafic; sisturile cloritoase cu pirită și sulfuri polimetalice caracteristice acestei zone trec lateral în sisturi sericito-cloritoase și sisturi sericitoase cu pirită și sulfuri polimetalice (fig. 1). O încercare de verificare a acestei ipoteze prin cercetarea gradului de omogenitate pe orizonturi nu a dat rezultate datorită numărului insuficient de probe. Confirmarea acestei concluzii a putut fi însă obținută pe baza analizării gradului de uniformitate și de variabilitate a colectivităților și subcolectivităților din zona II.

Natura distribuției elementelor. Histogramele de frecvență constituite în scară aritmetică pentru colectivitățile și subcolectivitățile prezentate mai sus (fig. 5) arată, cu excepția Fe și S din minereul masiv al zonei I, o asimetrie de stînga. Verificarea cantitativă a naturii distribuției empirice, în vederea cercetării corespondenței cu legile teoretice ale distribuțiilor geochimice, s-a efectuat prin metoda momentelor (I a n o v i c i, D i m i t r i u, 1965). Toate distribuțiile din colectivitățile omogene se acceptă drept lognormale. Distribuția S din zona I nu se acceptă nici ca normală, nici ca lognormală deoarece după cum s-a arătat pirită se încadrează în două subcolectivități. În cadrul acestora distribuția sulfului este normală (fig. 2). O situație asemănătoare se constată și în cazul Fe din zona I, cu deosebirea că distribuția sa se acceptă ca normală și pentru colectivitatea

întreagă. Colectivitatea neomogenă a Cu din subzona IIB de asemenea nu se acceptă nici ca normală nici ca lognormală. Cele două subcolectivități în parte se acceptă în schimb ca distribuții lognormale (fig. 4).

În concluzie se poate afirma deci că exceptând S și Fe din pirita minereului masiv al zonei I, care prezintă o distribuție normală, zăcămintul

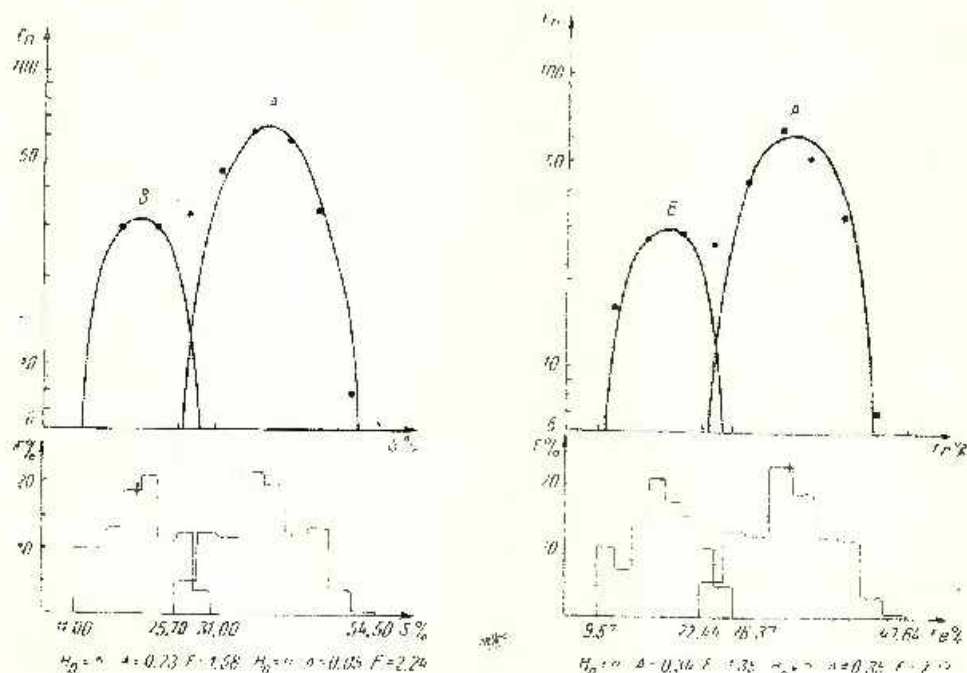


Fig. 2. — Verificarea omogenității prin metoda parabolei a conținutului de S și Fe în minereul compact din zona I.

Vérification de l'homogénéité à l'aide de la méthode de la parabole de la teneur en S et en Fe dans le minerai compact de la zone I.

Fundul Moldovei se caracterizează printr-o distribuție lognormală generală a elementelor din sulfuri.

Variabilitatea concentrațiilor elementelor. Variabilitatea conținuturilor în elemente din colectivitățile stratigrafice analizate este evidențiată de parametrii centrului de grupare (media aritmetică, \bar{x}) și de parametrii de variație (abaterea standard, s , gradul de variație, V și coeficientul de uniformitate, ρ). Din examinarea acestor parametri, înscrși în tabelul 1 rezultă că variabilitatea cea mai mică o prezintă elementele din pirită,

constituentul mineralogic principal al minereurilor, variabilitatea maximă revine Zn și Pb în timp ce Cu se caracterizează printr-o variabilitate medie. Această situație trebuie privită atât ca o reflectare a unei caracteristici primare a minereului în general stratificat — stratificația manifestându-se

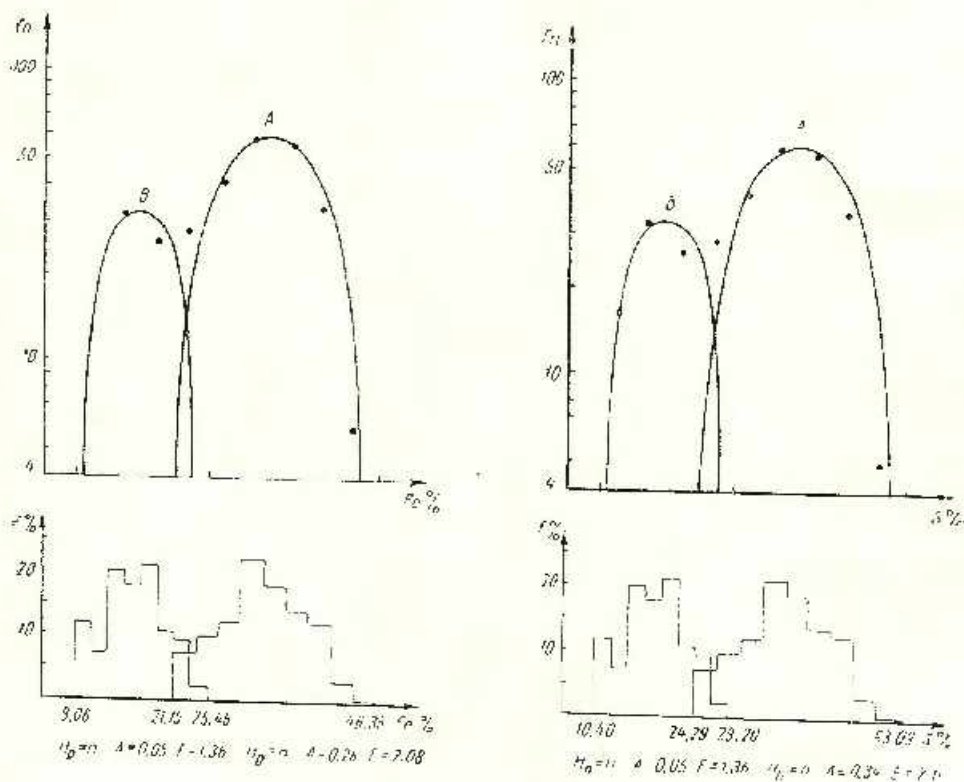


Fig. 3. ... Verificarea omogenității prin metoda parabolei a conținutului de S și Fe în pirita din minereul compact din zona I.

Vérification de l'homogénéité à l'aide de la méthode de la parabole de la teneur en S et en Fe dans la pyrite du minerai compact de la zone I.

în mare parte și prin dispunerea la diferite nivele stratigrafice a sulfurilor polimetalice (în special a ZnS, PbS) într-o masă relativ mai omogenă de pirită — cât și ea o reflectare a creșterii neuniformității repartizării sulfurilor polimetalice în urma mobilizărilor metamorfice.

Fe și S (pirita) din minereul masiv al zonei I prezintă variabilitatea minimă din zăcămint (V = 15,34-30,20; $\rho = 0,89-0,81$). În minereul de impregnație din zona II gradul de variabilitate crește, parametrii de varia-

ție ajungînd la $V = 56,54-59,79$ și $\rho = 0,63-0,66$. Spre deosebire de Fe, S din pirită, elementele Cu, Pb, Zn prezintă un grad de variabilitate mai ridicat, însă uniform pentru toate nivelele stratigrafice. Pentru Cu caracterizat printr-un grad de variabilitate intermediar între Fe, S și Pb, Zn parametrii variază între $V = 97,84-113,40$ și $\rho = 0,47-0,53$, iar pentru Pb și Zn care prezintă o variabilitate maximă, însă asemănătoare, $V = 116,67-175,00$; $\rho = 0,29-0,40$.

Din analizarea tabelului 1 rezultă o asemănare foarte evidentă între parametrii de variație ai Cu din subzona IIA și Cu_A din subzona IIB în timp ce Cu_B din subzona IIB se caracterizează printr-o variabilitate mult mai mică $V = 31,81$ și un coeficient de uniformitate mult mai ridicat $\rho = 0,73$. Din această constatare rezultă existența în subzona IIB a unei subcolectivități asemănătoare colectivității Cu din subzona IIA și a unei subcolectivități aparte. Concluzia care se impune este că subcolectivitatea Cu_A din subzona IIB corespunde minereului sericitos și sericito-cloritos asemănător minereului sericitos din subzona IIA, iar subcolectivitatea Cu_B din subzona IIB reprezintă minereul cloritos caracteristic acestui nivel stratigrafic.

Compararea gradului de variabilitate și uniformitate a colectivităților stratigrafice arată că, exceptînd Cu_B și Pb din subzona IIB gradul de variabilitate descrește iar coeficientul de uniformitate crește în general spre nivelele stratigrafice superioare (fig. 6) fapt din care rezultă fie o evoluție în timp a aportului hidrotermal spre diferențiate cu omogenitate mai ridicată, fie intervenția unor procese de resedimentare la formarea

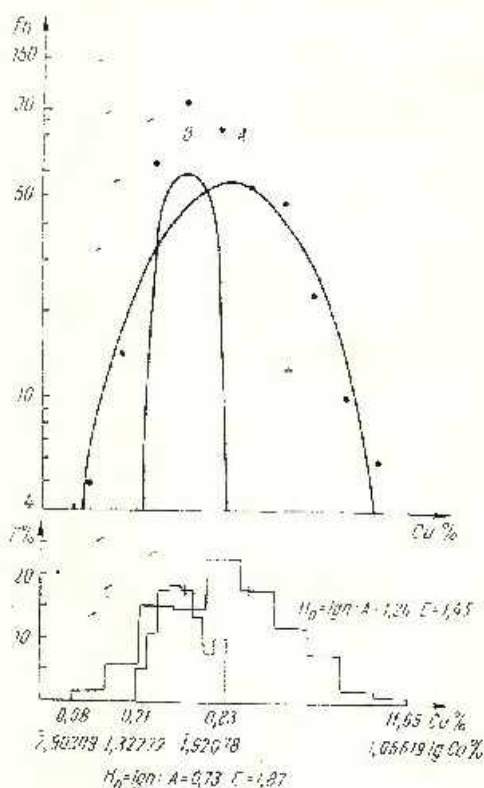


Fig. 4. — Verificarea omogenității prin metoda parabolei a conținutului de Cu în minereul de impregnație din subzona IIB.

Vérification de l'homogénéité à l'aide de la méthode de la parabole de la teneur en Cu dans le minéral d'imprégnation de la subzone IIB.

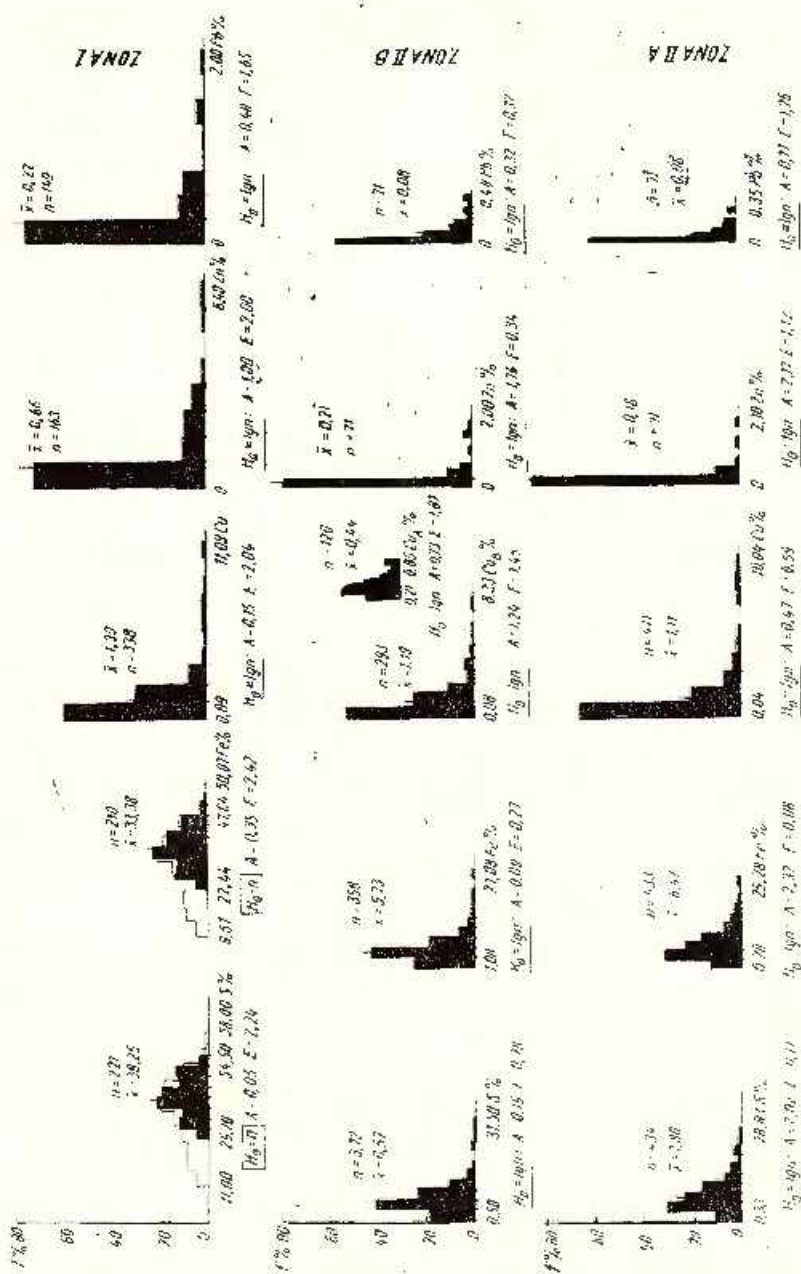


Fig. 5. — Distribuția elementelor chimice principale din zăcămintul Fundul Moldovei.
Distribution des éléments chimiques principaux dans le gisement Fundul Moldovei.

TABELUL 1
Parametrii de variație ai conținuturilor elementelor chimice din zăcămintul Fundul Moldova

Componentul Parametru	I						II B						II A			
	S _A	Fe _A	Cu	Zn	Pb	S	Fe	Cu _A	Co _B	Zn	Pb	S	Fe	Cu	Zn	Pb
N	221	210	338	153	149	372	358	293	120	71	71	434	433	471	71	71
\bar{x}	38,25	33,36	1,39	0,66	0,22	6,57	5,73	1,19	0,44	0,21	0,08	7,80	6,74	1,11	0,16	0,06
s	6,33	5,12	1,36	1,05	0,35	3,76	3,24	1,24	0,14	0,37	0,11	4,65	4,03	1,25	0,28	0,07
V	16,53	15,34	97,84	159,09	159,09	57,23	56,54	104,20	31,82	176,16	137,50	39,62	59,72	112,61	175,00	116,67
ρ	0,89	0,88	0,53	0,33	0,33	0,66	0,66	0,38	0,73	0,29	0,38	0,63	0,47	0,36	0,40	

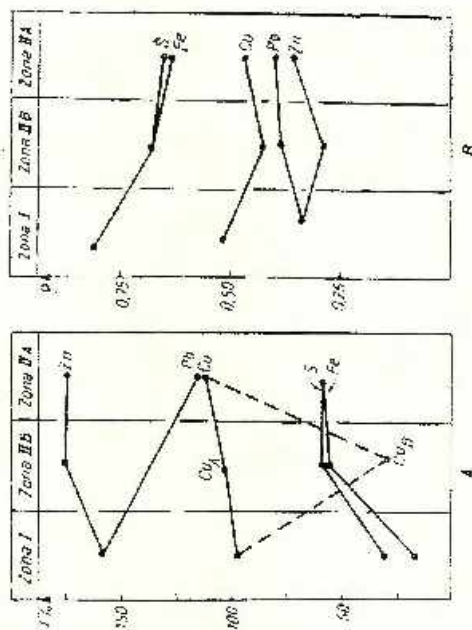


Fig. 6. — Reprezentarea gradului de variație V (A) și a coeficientului de uniformitate $\rho(B)$ în cele trei zone de miner. Représentation du degré de variation V (A) et du coefficient d'uniformité $\rho(B)$ dans les trois zones de minerai.

nivelelor inferioare de minereu, procese care au diminuat uniformitatea minereului.

Compararea chimismului nivelelor de minereu. Analizarea aspectului histogramelor din figura 5 arată o asemănare evidentă între chimismul subzonelor IIA și IIB și unele deosebiri esențiale față de particularitățile geochemice ale zonei I.

Zona I constituită din minereu piritos masiv se caracterizează în primul rând prin conținuturile ridicate în Fe, ($Mo_{Fe_A} = 32,83\%$) și S ($Mo_{S_A} = 38,02\%$). În privința conținutului în Cu, Pb, Zn se constată de asemenea predominarea unor concentrații mai ridicate în comparație cu cele ale zonei II ($Mo_{Cu} = 0,83\%$, $Mo_{Zn} = 0,43\%$, $Mo_{Pb} = 0,14\%$). Rezultă predominarea cantitativă a sulfurilor polimetalice și a piritei în minereurile nivelului superior.

Zona II constituită din minereu de impregnație cu concentrări locale stratiforme de dimensiuni reduse se caracterizează, după cum am arătat, prin concentrații mai scăzute în S și elemente metalice și anume: subzona IIB: ($Mo_S = 5,31\%$, $Mo_{Fe} = 4,77\%$, $Mo_{Cu_A} = 0,57\%$, $Mo_{Zn} = 0,14\%$, $Mo_{Pb} = 0,04\%$) și subzona IIA: ($Mo_S = 5,20\%$, $Mo_{Fe} = 4,53\%$, $Mo_{Cu} = 0,63\%$, $Mo_{Zn} = 0,16\%$, $Mo_{Pb} = 0,03\%$). În general în zona II se constată un domeniu mai restrâns de variație a conținuturilor.

Pentru cercetarea pe baze statistico-matematice a deosebirilor în compoziția chimică a minereurilor din diferitele nivele stratigrafice s-a recurs la metoda intersecției intervalor de încredere ale mediei aritmetice și dispersiei⁷ (K r u m b e i n, 1965).

Stabilirea intervalor de încredere s-a obținut cu ajutorul formulelor:

$$\bar{x}_1 = \bar{x} - t_{\alpha/2; (n-2)} \cdot s/\sqrt{n}; \quad \bar{x}_2 = \bar{x} + t_{\alpha/2; (n-1)} \cdot s/\sqrt{n}$$

și respectiv

$$s_1^2 = \frac{(n-1)s^2}{\chi_{\alpha/2; (n-1)}^2}; \quad s_2^2 = \frac{(n-1)s^2}{\chi_{1-\alpha/2; (n-1)}^2}$$

unde \bar{x}_1 și s_1 reprezintă limitele inferioare ale intervalului de încredere în care se găsește media aritmetică și respectiv dispersia teoretică; \bar{x}_2 și

⁷ A. L. Dimitriu, P. Andăr. Studii statistico-matematice asupra geochemiei zăcămintului de la Altin Tepe, 1967. Arh. Inst. Geol. București.



s^2_g — limitele superioare ale intervalului; t_{q_n} — mărimea criteriului Student la un risc $q = 0,05$; χ^2 — mărimea criteriului χ^2 la un risc q și $1 - q$; n — volumul selecției.

Valorile obținute pentru intervalele de încredere ale mediei aritmetice și pentru dispersie (tab. 2) arată o deosebire evidentă între zona I și zona II. Cele din subzonele cu minereu de impregnație (IIA și IIB) se dovedesc a fi apropiate în privința conținuturilor în Cu, Pb, Zn în schimb nu se obține o intersecție a intervalelor de încredere și a dispersiei pentru S, subzona IIA caracterizându-se prin conținuturi mai ridicate în sulf.

Pentru a examina mai în detaliu asemănarea între subzonele IIA și IIB s-a procedat la compararea chimismului acestora pe orizonturi (tab. 3). Se constată că asemănarea cea mai mare între cele două subzone apare la orizontul — 108, unde și asemănarea petrografică între subzone este maximă, minereul cloritos fiind absent în galeriile din care provin datele de analiză utilizate. Creșterea gradului de deosebire spre orizonturile superioare apare în consecință ca o expresie matematică a variațiilor de facies în subzona IIB de la minereul sericitos la cel cloritos.

Corelația și raporturile dintre elemente

Datorită conținutului variabil în minerale nemetalifere care însoțesc sulfurile din minereu (în special cuarț, clorit, sericit) precum și variabilității mari a concentrației piritei, datele prezentate mai sus nu permit tragerea unor concluzii directe asupra relațiilor și raporturilor dintre elementele metalice. În vederea elucidării acestui aspect geochemic esențial pentru compararea diferitelor zăcăminte și nivele de minereu a fost examinată corelația între elementele metalice din sulfuri pe baza coeficientului de corelație (tab. 4) și prin diagrame de corelație cu curbe de frecvență. Pe reprezentările grafice respective au fost figurate curbele de regresie empirică obținute pe baza mediilor condiționate și curbele de regresie teoretică calculate din ecuațiile de regresie (fig. 7). În acest mod s-a analizat corelația dintre elementele sulfofile Cu, Zn, Pb și corelația dintre Cu și Fe.

În privința elementelor sulfofile din minereul piritos masiv din zona I se remarcă o corelație pozitivă puternică între Zn și Pb și o corelație negativă mai puțin pronunțată între Cu-Zn și Cu-Pb. Simpatia dintre Zn și Pb și antipatia acestor elemente față de Cu pare a se contura drept o caracteristică geochemică a zăcămintelor vulcanogen-sedimentare, ca o expresie a naturii hidrotermale a aportului de sulfuri. Situații asemănătoare se cunosc în zăcămintele similare din Norvegia (G j o l s v i k, 1960)

TABELUL 2

Compararea chimismului celor două nivele de minereu

Parametrii	Componentul		S	Fe	Cu	Zn	Pb
	Zona						
$\bar{X}_1 \leq \bar{X} \leq \bar{X}_0$	I	37,41-39,09 *	32,67-34,08*	1,25-1,53	0,49-0,83	0,16-0,28	
	II B	6,19-6,95	5,39- 6,07	1,05-1,35**	0,12-0,30	0,06-0,11	
	II A	7,36- 8,24	6,36- 7,12	0,41-0,47*	1,00-1,22	0,09-0,23	0,04-0,08
$s_1^2 \leq s^2 \leq s_0^2$	I	33,71-31,79*	41,89-73,01*	1,60-2,36	0,89-1,44	0,10-0,16	
	II B	12,24-17,99	9,10-13,41	1,31-1,96*	0,10-0,20	0,007-0,014	
	II A	15,89-27,50	14,22-20,70	0,002-0,03**	1,37-1,99	0,06-0,12	0,007-0,014

* = valorile corespunzătoare subcolectivității A

** = valorile corespunzătoare subcolectivității B

TABELUL 3

Compararea chimismului zonei a II-a pe orizonturi

Componentul	S		Fe		Cu	
	Parametrii	Orizontul	Parametrii	Orizontul	Parametrii	Orizontul
II B	$\bar{X}_1 \leq \bar{X} \leq \bar{X}_0$	4,99-5,97	$\bar{X}_1 \leq \bar{X} \leq \bar{X}_0$	4,32-5,16	$\bar{X}_1 \leq \bar{X} \leq \bar{X}_0$	1,20-1,68
	$s_1^2 \leq s^2 \leq s_0^2$	5,55- 8,73	$s_1^2 \leq s^2 \leq s_0^2$	4,79-6,33	$s_1^2 \leq s^2 \leq s_0^2$	0,38-1,08
	0 m	6,50-15,11	6,06-7,18	3,37- 5,97	1,20-1,68	0,47-1,10
II A	$\bar{X}_1 \leq \bar{X} \leq \bar{X}_0$	5,99-8,29	$\bar{X}_1 \leq \bar{X} \leq \bar{X}_0$	4,50-5,86	$\bar{X}_1 \leq \bar{X} \leq \bar{X}_0$	0,71-0,95
	$s_1^2 \leq s^2 \leq s_0^2$	13,96-20,44	$s_1^2 \leq s^2 \leq s_0^2$	7,00-8,14	$s_1^2 \leq s^2 \leq s_0^2$	0,55-0,91
	-50 m	9,71-19,97	5,20-6,84	4,58- 9,81	1,11-1,47	1,78-2,39
-108 m	5,97-7,85	5,20-6,84	7,36-15,14	0,73-1,31	1,16-2,24	

TABELUL 4

Coefficienții de corelație între principalele elemente chimice din zăcămintul Fundul Moldovei

Componentul	Zona		
	I	II B	II A
Cu - Pb	$-0,39 \pm 0,14$	nu există corelație	$0,33 \pm 0,21$
Cu - Zn	$-0,35 \pm 0,14$	nu există corelație	$0,42 \pm 0,19$
Pb - Zn	$0,60 \pm 0,11$	nu există corelație	$0,35 \pm 0,21$
Cu/Fe - Cu	$0,84 \pm 0,03$	$0,77 \pm 0,04$	$0,77 \pm 0,04$
Cu/Fe - Fe *	$0,22 \pm 0,07$	$-0,25 \pm 0,08$	$-0,34 \pm 0,08$

* = pentru zona I Cu/Fe_A - Fe_A

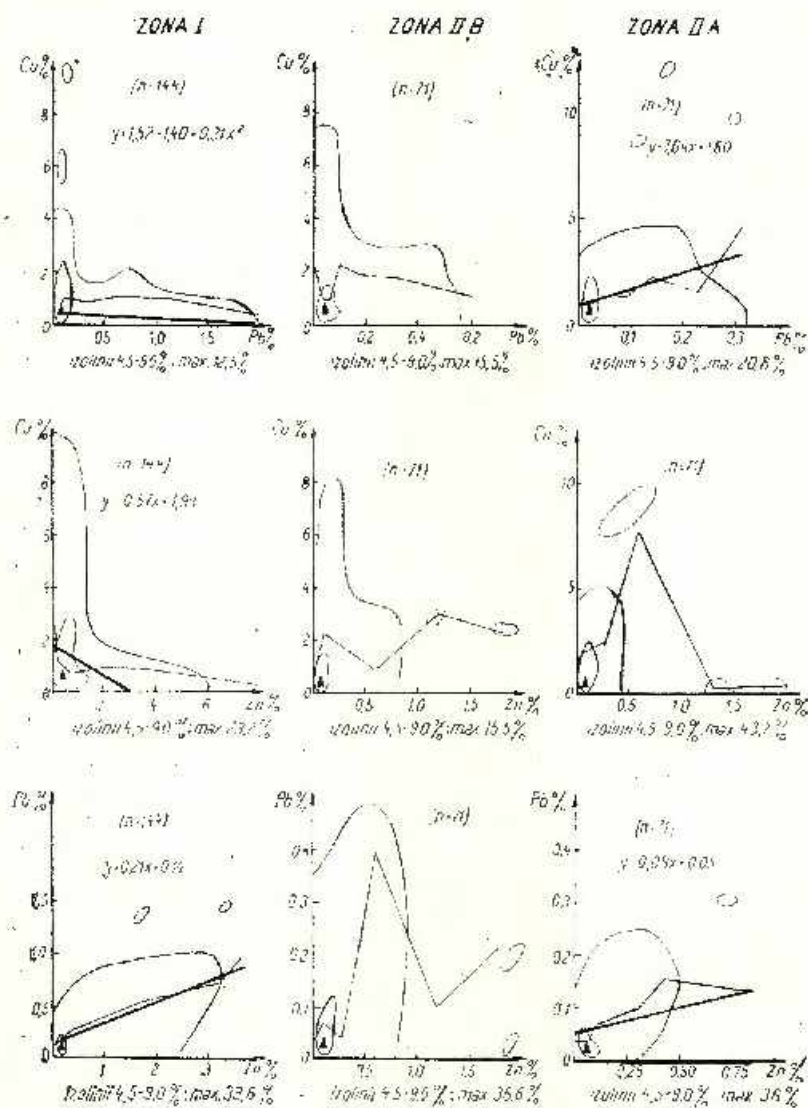


Fig. 7. — Corelația și regresia Cu, Zn și Pb în zăcămintul Fundul Moldovei.
Corrélation et régression Cu, Zn et Pb dans le gisement Fundul Moldovei.

și în acumulările de pirită și sulfuri polimetalice de la Leșul Ursului (Petruțian, Steclaci, 1967).

Pentru subzona IIA se menține corelația pozitivă între Zn și Pb în schimb tot pozitiv se corelează Cu cu Pb și Cu cu Zn.

Pentru subzona IIB, deși curbele de regresie empirică sugerează corelații similare celor din subzona IIA, expresia matematică a corelației

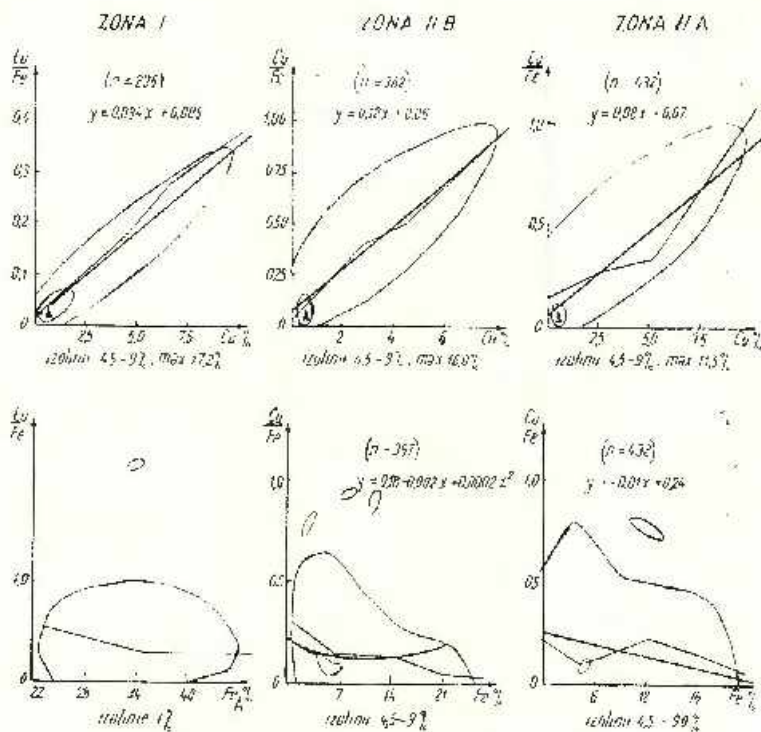


Fig. 8. — Corelația și regresia raportului Cu/Fe cu S și Fe în zăcămintul Fundul Moldovei.

Corrélation et régression du rapport Cu/Fe avec le S et le Fe dans le gisement Fundul Moldovei.

(coeficientul de corelație) indică lipsa unei corelări între elementele sulfofile, fapt datorat prezenței celor două subcolectivități în cadrul colectivității reprezentate.

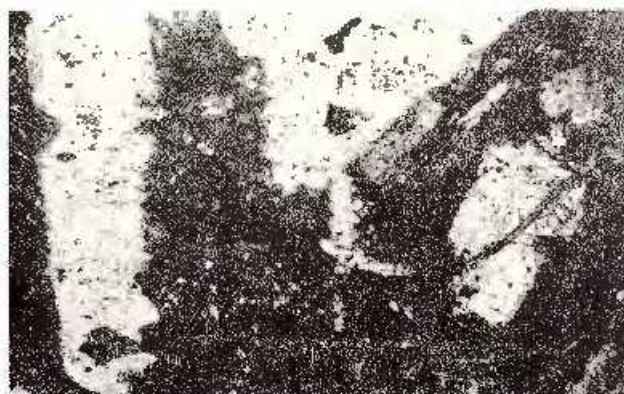
Examinarea corelației între Cu și Fe a fost efectuată pe baza raportului Cu/Fe cu scopul de a surprinde cu o sensibilitate sporită variația raportului dintre cele două elemente (fig. 8). În toate cele trei zone corelația



1



2



3

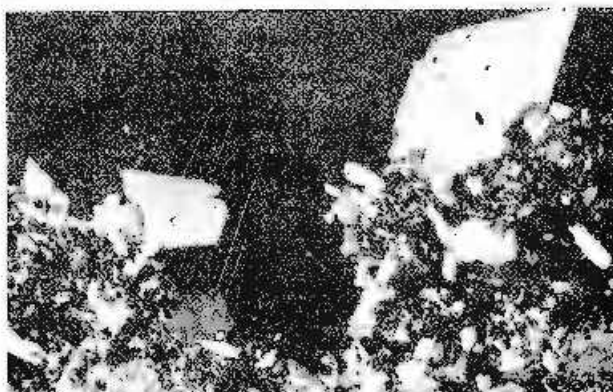
PLAȘA II

- Fig. 1. — Cristale idiomorfe de adular depuse pe crăște din mineral. N +, x 40.
Cristaux idiomorphes d'adulaire déposés sur crêtes de minéral. N +, x 40.
- Fig. 2. — Cristale idiomorfe de adular depuse pe crăște din mineral. N +, x 40.
Cristaux idiomorphes d'adulaire déposés sur crêtes de minéral. N +, x 40.
- Fig. 3. — Paragenza aur (Au)-pirită (Py); secțiune printr-un concentrat piritic din stock.
NII, x 250.
Paragenèse or (Au)-pyrite (Py); section d'un concentré pyriteux du stock. N II,
x 250.

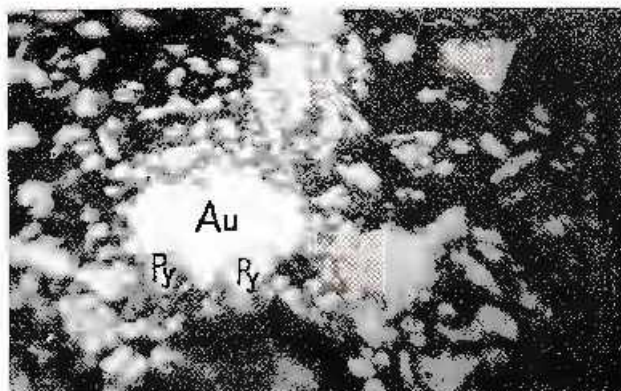




1



2



3

dintre Cu/Fe și Cu este pozitivă și puternică în timp ce între Cu/Fe și Fe corelația nu există sau este foarte slabă, ceea ce indică lipsa unei corelații între Cu și Fe.

Din analiza corelațiilor între elemente rezultă că cele două nivele de minereu cît și subzonele IIA și IIB se deosebesc din acest punct de vedere, la nivelul inferior corelația este mai slabă.

Pe măsură ce urcăm în scara stratigrafică corelația dintre elementele metalice în special între Pb, Zn crește (cu excepția Cu-Zn) indicînd eventual un grad mai avansat de diferențiere a soluțiilor hidrotermale. La trecerea de la nivelul inferior la cel superior se remarcă o schimbare a sensului de corelație între Cu-Pb și Cu-Zn de la pozitiv la negativ.

În vederea analizării raporturilor între elementele metalice din sulfuri s-a recurs la reprezentări ternare cu izolinii de frecvență construite pentru elementele sulfofile (Cu, Zn, Pb) și pentru Fe și elemente sulfofile grupate după relațiile de antipatie și simpatie (respectiv Cu și Pb + Zn) (fig. 9). Centrul de greutate al raportului din elementele sulfofile se plasează la toate nivelele stratigrafice într-o poziție constantă apropiată de colțul Cu, indicînd caracterul pregnant cuprifera al zăcămintului sub acest aspect. Pe măsură ce se urcă în scara stratigrafică, deci se trece de la subzona IIA spre zona I, cîmpul cu populare slabă, corespunzător frecvențelor între 1% și 2% se extinde treptat spre latura Pb-Zn, indicînd în acest fel o tendință normală de diferențiere în timp a aportului hidrotermal spre soluții mai bogate în Zn și Pb.

Prin luarea în considerare a Fe (diagramele Fe : Cu : Zn + Pb, fig. 9) nivelul inferior se diferențiază de cel superior cu minereu masiv de pirită. Ponderea ridicată a Fe în zona I conferă acestuia un caracter pregnant ferifer spre deosebire de zona II în care caracterul cuprifera se evidențiază prin dispunerea izoliniilor lângă latura Fe-Cu. Diferențierea în timp, semnalată în privința tendinței de variație a raportului Cu : Pb + Zn sesizabilă și în diagramele Fe : Cu : Pb + Zn, este însoțită deci de o îmbogățire în Fe a soluțiilor.

Pentru zona II se remarcă în ambele subzone existența unor probe izolate în care conținuturile în Pb + Zn depășesc cantitatea de Cu în minereu.

Concluzii

Analizarea omogenității colectivităților folosite în calcul a pus în evidență o populare omogenă în cadrul diferitelor nivele stratigrafice de minereu în cazul în care nivelul respectiv nu este constituit din mai multe

soluțiilor hidrotermale est și asupra variațiilor de facies în cadrul nivelelor stratigrafice de minereu.

Zăcămintul Fundul Moldovei se caracterizează printr-o distribuție lognormală a elementelor majore din minereul de sulfuri polimetalice. Excepție face doar distribuția normală a Fe și S (pirita) din minereul masiv de la nivelul superior (zona I). Reprezentările ternare evidențiază predominarea cantitativă netă a piritei în minereu. În privința raportului Cu : Zn : Pb se conturează un caracter predominant cuprifer pentru zăcămintul Fundul Moldovei.

Cercetarea gradului de variabilitate și a coeficientului de neuniformitate arată pe lângă deosebiri între diferitele elemente, o creștere treptată a uniformității minereului spre nivele stratigrafice superioare, ca o expresie a evoluției în timp a gradului de diferențiere a soluțiilor hidrotermale. Diferențierea soluțiilor hidrotermale se manifestă și prin modificarea în timp a raportului dintre elemente. Evoluția tinde spre o îmbogățire concomitentă în Fe, Zn, Pb în detrimentul conținutului relativ în Cu.

BIBLIOGRAFIE

- Bercia I., Bercia Elvira, Kräutner H., Kräutner Florentina, Mureșan M. (1967) Unitățile tectonice, structura și stratigrafia formațiunilor metamorfice din zona cristalino-mezozoică a munților Bistriței. *D. S. Com. Stat. Geol.* LIII/1, București.
- Gjelsvik T. (1960) The skorovass pyrit deposit, Groug Area, Norway. *Inst. Geol. Congr.* XXI, *Copenhagen*, 16.
- Hald A. (1956) *Matematическая статистика с техническими приложениями*. Москва.
- Ianovici V., Dimitriu Al. (1965) Legi de distribuție a concentrației elementelor chimice în rocile carbonatice. *Stud. cerc. geol. geogr. geof. seria geol.* X, 1, București.
- Kräutner H. (1968) Die Genesis der Sulfidlagerstätten aus den kristallinen Schieferen der Ostkarpaten. *Rev. Roum. Géol. Géogr. Géophys. série Géol.* 10, 2, București.
- Krumbain W. C. (1965) *An Introduction to Statistical Models in Geology*. New York.
- Petrullian N., Steclaci I.ivia (1967) Contribuții geochimice la geneza zăcămintului de la Leșu Ursului. *Stud. cerc. geol. geogr. geof. seria geol.* 12, 1, București.



GÉOCHIMIE DES ÉLÉMENTS MAJEURS DU GISEMENT DE SULFURES POLYMÉTALLIQUES DE FUNDUL MOLDOVEI

(Résumé)

Le gisement de Fundul Moldovei est une des importantes accumulations stratiformes de sulfures polymétalliques volcanogènes-sédimentaires métamorphisées régionalement, intercalées en concordance avec les formations épimétamorphiques de la série de Tulgheș (Carpathes Orientales). Le minerai se trouve intercalé d'une manière concordante dans un horizon stratigraphique (l'horizon de Fundul Moldovei) (épaisseur de 150 m), et il est constitué prépondéramment de métatufs et de métatuffites acides. Les concentrations de sulfures apparaissent à deux niveaux stratigraphiques (fig. 1). Le niveau inférieur est constitué de schistes sericitico-quartzeux à pyrite, chalcopryrite, blende, galène et sporadiquement à mispickel, tétraédrite, bismuthine, cassitérite, ankérite (zone IIA). À la partie supérieure de ce niveau, on met en évidence une lentille de schistes chloriteux à pyrite, subordonnement à chalcopryrite, blende, galène et sporadiquement à bismuthine, cassitérite, ankérite (zone IIB). Le niveau supérieur (zone I^{re}) est constitué d'un minerai pyriteux massif à chalcopryrite, blende, galène et sporadiquement à pyrothine, magnétite, quartz, talc, stilpnomélane, ankérite, sidérose, albite. Les accumulations de sulfures se présentent en lentilles et en couches plissées, en concordance avec les schistes cristallins. Du point de vue génétique, le minerai est en rapport avec l'activité magmatique qui a engendré les produits extrusifs acides de la série de Tulgheș.

Les auteurs abordent l'étude géochimique du gisement à partir des données statistiques mathématiques. On a étudié 1 150 d'analyses chimiques à dosages de S, Cu, Zn, Pb. Ces données ont été complétées avec les teneurs en Fe des sulfures, résultées du rapport entre l'excès de S et la quantité nécessaire pour la liaison des Cu, Pb et Zn dans les sulfures respectives. En tout, on a utilisé environ 4 000 de données individuelles dans les études statistiques.

Ces données ont été groupées en collectivités correspondantes aux différents niveaux de minerai. L'étude de l'homogénéité des collectivités à l'aide de la méthode de la parabole a démontré que les collectivités groupées selon des critères stratigraphiques étaient homogènes sauf le Fe et le S de la zone I^{re} et le Cu de la zone IIB (fig. 2, 3 et 4). La distribution non homogène du Cu de la zone IIB est due au caractère pétrographique hétérogène du minerai. En étudiant la nature de la distribution des éléments (fig. 5), on est arrivé à la conclusion que le gisement de Fundul Moldovei se caractérisait par une distribution lognormale presque générale, hormis le Fe et le S du minerai pyriteux massif de la zone I^{re} qui présentent une distribution normale.

La variabilité des concentrations des éléments, établie à l'aide des paramètres de variation (la déviation standard s , le degré de variation V et le coefficient d'uniformité ρ) (tableau 1) indique une variabilité minimale pour le S et une variabilité maximale pour le Zn et le Pb. Le Cu présente une variabilité moyenne. Cette situation reflète une distribution non homogène du Cu, Pb et Zn dans le minerai, due tant au caractère stratifié du minerai qu'aux mobilisations métamorphiques. L'uniformité des collectivités stratigraphiques augmente dans les niveaux supérieurs, en indiquant une évolution en temps des solutions hydrothermales vers des différenciés plus homogènes.

La comparaison des valeurs du chimisme des niveaux de minerai (tableau 2) met en évidence des affinités entre les zones IIA et IIB et des différences essentielles par rapport à la zone I^{re}.

L'étude de la corrélation des éléments indique dans la zone I^{re}, une corrélation positive entre le Pb et le Zn et négative entre le Cu et le Zn, et le Cu et le Pb. Dans la zone IIA

toutes les corrélations sont positives. Le coefficient de corrélation indique l'augmentation de l'intensité de la corrélation dans les niveaux stratigraphiques supérieurs et reflète l'accentuation en temps de la différenciation des solutions hydrothermales.

L'analyse des rapports des éléments en tenant compte des représentations ternaires de la figure 9 met en évidence le caractère prédominant pyriteux et cuivreux du gisement.

Elle indique aussi l'existence d'une différenciation en temps de l'apport hydrothermal vers des solutions enrichies en Fe, Zn et Pb.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Gisement Fundul Moldovei.

1, métatufs et métatuffites acides, Horizon Fundul Moldovei; 2, métatuffites acides, schistes séricito-quartzeux, schistes séricito-chloriteux quarizeux; 3, métatufs rhyolitiques. Zone I^{re}: 4a, minerai massif de pyrite et sulfures polymétalliques; b, imprégnations de pyrite. Zone IIB: 5, schistes chloriteux à pyrite et chalcopyrrite; a, teneur > 0,3% Cu; b, teneur < 0,3% Cu. Zone IIA: 6, schistes séricito-quartzeux à pyrite et chalcopyrrite: a, teneur > 0,3% Cu; b, teneur < 0,3% Cu; 7, schistes séricito-chloriteux (\pm zoizite) et schistes séricito-graphiteux; 8, faille; 9, galerie; 10, puits.



N. S. KRÄUTNER, D. ANDĂR, ANCA ANDĂR. Secțiunile elementelor majore din zăcămintul de sulfuri polimetale de la Fundul Moldovei

N. S. KRÄUTNER, D. ANDĂR, ANCA ANDĂR
ZĂCĂMINTUL FUNDUL MOLDOVEI












0 50 100 150 200

ORIZONTUL - 508

ORIZONTUL - 50

ORIZONTUL - 0

LEGENDA

-  Metaliferi și metaliferi acide
-  ORIZZONTUL FUNDUL MOLDOVEI
-  Metaliferi acide, șisturi sericite-sulfatoase, șisturi sericite-cloritoase, cuarțoase
-  Metaliferi cloritice
-  2000 x 0, Minerii masive de pirită și sulfuri polimetale, b. impregnate cu pirită
-  2000 x 2, Șisturi cloritoase cu pirită și calcopirită; a. conținut $0,5\%$ Cu, b. conținut $0,5\%$ Cu
-  2000 x 4, Șisturi sericite-sulfatoase cu pirită și calcopirită; c. conținut $0,5\%$ Cu, d. conținut $0,5\%$ Cu
-  Șisturi sericite-cloritoase și șisturi sericite-grafice
-  Fală
-  Galerie
-  Pit

Institutul Geologic al României

2. ZĂCĂMINTE

CONTRIBUȚII LA CUNOAȘTEREA GEOLOGIEI PĂRȚII DE NORD A MUNȚILOR RETEZAT, ÎNTRE RÎUL ALB — RÎUL NUCȘOARA, CU PRIVIRE SPECIALĂ ASUPRA IVIRILOR DE TALC¹

DE

CONSTANTIN MIGU, CORNELIU PARASCHIVESCU²

Abstract

Contributions to the Knowledge of the Geology in the Northern Part of the Retezat Mountains, between the Rîul Alb — Nucșoara Rivers with Special Emphasis on Talc Occurrences. This paper yields new geological data on the northern part of the Retezat Mts, the Rîul Alb-Nucșoara rivers district, giving at the same time a description of the crystalline of the autochthonous (Drăgășan series and Tulșa series), Getic crystalline schists (Sebeș-Lotru series), granitoid rocks and sedimentary rocks along the southern boundary of the Hațeg basin. New data on the tectonics of the region are also supplied. The talc-bearing rocks are minutely presented from the mineralogical and chemical points of view, a description of the parageneses met with in these rocks being likewise given. It is considered that the talc accumulations are due to hydrothermal processes developed at the expense of the ultrabasic rocks. On the basis of the spore-pollen analyses, the Upper Proterozoic-Cambrian age was assigned to the Tulșa series.

Introducere

Lucrarea prezintă rezultatele cercetărilor geologice, efectuate în anul 1967 în partea de nord a munților Retezat, în sectorul cuprins între Rîul Alb la est și rîul Nucșoara la vest. La nord regiunea este delimitată de o linie ce unește localitățile Coroiești și Nucșoara iar la sud de rocile granitoide ale masivului Retezat, corespunzând unei linii care ar uni izvoarele piriului Ascuns cu vârful Strugaru (1500 m).

Istoricul cercetărilor geologice

Primele observații geologice asupra munților Retezat încep din a doua jumătate a secolului trecut. Ele sînt efectuate de H a u e r, S t a c h e

¹ Comunicare în sesiunea științifică a Întreprinderii Geologice de Prospekțiuni din 20 martie 1969.

² Întreprinderea Geologică de Prospekțiuni. Cal. Griviței nr. 64, București.



(1863), Inkey (1891), Schafarzic (1898) și Nopcea (1905).

Schafarzic (1898) constată, din punct de vedere tectonic, o analogie între masivul Banatic și Alpi pe baza prezenței masivelor granitice înconjurate de șisturi cristaline și formațiuni sedimentare mezozoice.

Pentru întocmirea unor lucrări de sinteză asupra Carpaților Meridionali întreprind cercetări Murgoci (1907), Mrazec (1899), Streckeisen, Gherasi (1933).

Cercetări geologice detaliate efectuează Pavelescu (1949-1950), Pavelescu (1953), Pavelescu, Pavelescu (1964), Gherasi (1937) pentru regiunea de la vest de Rîul Mare. Pavelescu repartizează șisturile cristaline celor două unități structurale: autohtonului și pinzei getice. Autohtonul cuprinde seria de Drăgșan (alcătuită din două complexe, amfibolice și sericito-cloritice) și seria de Tulșa. În seria de Drăgșan separă două masive granitice-granodioritice (masivul eruptiv al Retezatului și masivul eruptiv Buta). Referitor la geneza acestor masive, autorul (1953) se situează pe poziția magmatiştilor considerind că acestea „prezintă toate caracterele masivelor sincinematice consolidate într-un câmp de presiune orientată”.

Cercetări referitoare la formațiunile sedimentare ale bazinului Hațeg efectuează Mamulea (1953) și ulterior Drăghindă, Iliescu, Socoleanu, Mărgărit, Mărgărit, Nicolaescu (1961)³.

Versantul nordic al masivului Retezat constituie obiectul unor prospecțiuni de detaliu atât la est cit și la vest de râul Nucșoara. Între acestea se înscriu lucrările de prospecțiuni efectuate de Gherasi, Pîrvu (1956)⁴, Micu (1966)⁵, Micu, Paraschivescu (1967)⁶, Gherasi (1967)⁷.

³ I. Drăghindă, G. Iliescu, M. Socoleanu, G. Mărgărit, Maria Mărgărit, V. Nicolaescu. Raport asupra prospecțiunilor pentru cărbuni în bazinul Hațeg. 1961. Arh. Com. Stat Geol. București.

⁴ N. Gherasi, Olivia Pîrvu. Raport asupra cercetărilor geologice pentru talc din regiunea văii Nucșorului. 1956. Arh. Com. Stat Geol. București.

⁵ C. Micu. Raport asupra prospecțiunilor geologice pentru minereuri de fier în partea de nord a munților Retezat (sectorul râului Bărbat-râul Alb) Carpații Meridionali. 1966. Arh. Com. Stat Geol. București.

⁶ C. Micu, C. Paraschivescu. Raport geologic asupra prospecțiunilor pentru talc în partea de nord a munților Retezat (sectorul râului Alb-râul Nucșoara). 1967. Arh. Com. Stat Geol. București.

⁷ N. Gherasi. Raport geologic asupra prospecțiunilor geologice pentru minereuri de fier și neferoase în partea de nord a munților Retezat. 1967. Arh. Com. Stat Geol. București.



Geologia și petrografia regiunii

Regiunea cercetată este formată preponderent din terenuri cristalo-filiene. Rocile cristaline epimetamorfice și mezometamorfice se repartizează celor două unități structurale ale Carpaților Meridionali: domeniului danubian și domeniului getic. În partea de sud apar roci granitoide, iar în nord formațiuni sedimentare aparținând bazinului Hațeg.

Domeniul danubian. Este alcătuit din două serii epimetamorfice: seria de Drăgășan și seria de Tulșa.

Seria de Drăgășan. Apare pe o suprafață întinsă în cadrul regiunii cercetate. O primă zonă se separă între riul Paroșului și creasta de la vest de riul Nucleoara, iar a doua zonă între riul Mălăiești și pîriul Cîrnic, limitîndu-se la sud cu rocile granitoide iar la nord cu seria de Tulșa. Întreaga serie este alcătuită predominant din șisturi cuarțitice cu porfiroblaste de albit ± epidot, cu nivele de roci tufoase cu biotit, conglomerate metamorfozate și șisturi clorito-sericitoase.

Conglomeratele metamorfozate apar în zona dintre riul Paroșului și vîrfurile Așcuțitul, dispuse fie în baza seriei (Colțul Mic, vîrfurile Așcuțitul) fie ca intercalații lenticulare situate la diferite nivele pe panta dintre muntele Știrbina-Nucleoara. Roca este constituită dintr-o masă fundamentală cuarțitică cu pături paralele de sericit, clorit și muscovit în care sînt distribuite, mai mult sau mai puțin omogen, elemente de cuarț, ortoză micropertitică și plagioclaz. Elementele au forme eliptice și prezintă intense procese de aplatizare și zdrobire. Sînt multate de către masa cuarțitică și miec demonstrînd remanierea lor din roci preexistente probabil granite vechi necunoscute în regiune.

Șisturile cuarțitice cu biotit apar la limita cu rocile granitoide între riul Mălăiești și pîriul Cîrnic. Roca are culoare predominant cenușie, structură granolepidoblastică, textură șistoasă și se caracterizează prin preponderența cuarțului (50-60%) alături de fișii paralele subțiri de biotit, uneori intens cloritizat, epidot (5%), albit (4%), clorit și sericit (20-25%), calcit (3%) și magnetit. Biotitul apare într-o cantitate de 7-8% și se prezintă ca lamele cu dimensiuni între 1-3 mm, substituie frecvent de clorit (penin). Cuarțul se prezintă cu contururi rotunjite sau alungite, dimensiuni între 0,05-0,4 mm și extincție onduloasă.

Prezența biotitului s-ar datora influenței de contact a rocilor granitoide cu care șisturile cu biotit vin în contact între riul Paroșului și vârful Strugaru.

Șisturile cuarțitice cu porfiroblaste de albit constituie varietatea petrografică cea mai răspândită în cadrul acestei serii. Sînt alcătuite preponderent din cuarț, porfiroblaste de plagioclaz (albit și uneori oligoclaz cu 14% An) și sporadic din ortoză, epidot, sericit și clorit, biotit și hornblendă verde cloritizată, calcit și minerale accesorii (sfen, apatit). Procentul de plagioclaz ajunge uneori la 30-35%, constituind nivele în care roca capătă aspectul unor pseudogneise cloritoase cu epidot.

Șisturile cloritoase cu epidot și albit apar în mod frecvent ca nivele subțiri cu grosime între 0,1-5 m în șisturile cuarțitice cu porfiroblaste de albit. În aceste nivele epidotul se întîlnește într-un procent ridicat (30-45%), constituind benzi paralele aproape compacte unde cloritul are rol de liant. Paragenoza este întregită de hornblendă verde și biotit.

În cuprinsul seriei de Drăgșan, în văile Sălășelului, Paroșului și Mălăiești se separă nivele subțiri (1-10 m grosime) de cuarțite constituite din cuarț (90%), ortoză, albit și cantități reduse de sericit, muscovit, clorit și magnetit.

La partea superioară a seriei, la limita cu cristaliniul getic, apare un nivel de șisturi cloritoase cu muscovit cu grosime între 30-50 m. Muscovitul apare într-un procent de 3-4% și se prezintă ca lamele cu dimensiuni între 2-3 mm, uniform distribuite în masa clorito-cuarțitică. Acest orizont se caracterizează prin lipsa porfiroblastelor de feldspat și a epidotului și constituie tipul de rocă cu care se încheie seria în sectorul pe care îl prezentăm. Peste acest termen încăleacă cristaliniul mezometamorfic al seriei de Sebeș-Lotru. Menționăm apariția unui număr redus de filoane de cuarț hidrotermal, discordante, cu grosimi de 1-1,2 m și lungimi de 15-20 m alcătuite aproape în întregime din cuarț allotriomorf.

Rocile seriei de Drăgșan din acest sector al Carpaților Meridionali se încadrează în faciesul de șisturi verzi, subfaciesul biotit-cloritic, caracterizat prin abundența mineralelor cu conținut de hidroxil.

Roci granitoide. Au mare răspîndire în partea centrală a masivului Betezat. În limitele perimetrului cercetat de noi apar în partea de sud unde vin în contact direct cu șisturile cristaline ale celor două serii (Tulișa și Drăgșan). Structura acestor roci este porfirică și textura orientată,



gnaisică, prezentînd adesea faciesuri laminate, iar culoarea predominant alb-cenușie trece uneori în cenușiu-verzuie, determinată de epidot și clorit.

Analizînd la microscop un număr apreciabil de probe se disting două aspecte esențial deosebite ca geneză și compoziție. Un prim aspect îl formează o masă de bază alcătuită din cuarț, plagioclaz, epidot, clinozoit și mica care constituie așa numita paleorocă (paleosomă) de compoziție probabil a unui plagigranodiorit. Al doilea aspect este determinat de prezența microclinului și pertitului ce formează neosoma.

Cuarțul (40-55%) prezintă, în această masă fundamentală, contururi neregulate, extincție onduloasă pronunțată și dimensiuni între 0,05-0,5mm. Este distribuit în fișii sau benzi paralele. Apare frecvent și ca agregate de forma unor lenticule a căror structură granoblastică-pavimentoasă sugerează procese de zdrobire și recristalizare într-un câmp de presiune orientată.

Plagioclazul, reprezentat prin oligoclaz (14-18% An) și rareori prin albit, prezintă contururi idiomorfe și în mod constant evidențiază procese de alterare destul de avansate. În cuprinsul cristalelor apare un agregat de sericit, epidot, clinozoit și minerale argiloase. Această invazie de minerale secundare imprimă feldspatului plagioclaz un aspect tulbure. Zonele marginale sînt înconjurate destul de frecvent de o coroană proaspătă de compoziție albitică.

Epidotul și clinozoitul sugerează prin participarea lor uneori destul de mare, un sist cuarțitic din seria de Drăgșan. Este evident faptul că acești componenți sînt formați ulterior. Cantitativ apar într-un procent de 10-15%.

Din grupa micelor apare muscovit și sericit și cu totul sporadic biotit cloritizat. Muscovitul și sericitul alcătuiesc împreună fișii paralele bine segregate orientate paralel cu textura rocii. Destul de rar întîlnim în compoziția rocilor granitoide sideroză, calcit și sfen (grothit).

Microclinul se întîlnește sub formă de cristale idiomorfe sau xenomorfe (pl. I, fig. 1,2), prezentînd uneori structură de Schachbrettalbit. Sînt evidente macle caracteristice în grătar cît și lamele fine de dezamestec pertitic. Dimensiunile lui sînt cuprinse între 0,1-1 cm. În contrast cu masa principală cuarțo-feldspatică, acest component apare totdeauna proaspăt și include frecvent granoblaste de cuarț, plagioclaz descompus, epidot, clinozoit și lamele fine de muscovit. După modul de prezentare a acestuia apreciem că formarea lui s-a produs ulterior proceselor de laminare. Se impune concluzia că paleoroca a fost afectată de procese de feldspatizare. Aceste procese conduc în primul rînd la apariția microclin-pertitului și sporadic a albitului cît și la degradarea mineralelor primare.

În ce privește originea acestor aporturi s-ar putea ca ele să fi rezultat din mobilizări *in situ* sau datorită unor „emanații” din zone profunde.

Referitor la vîrsta rocilor granitoide, considerăm, avînd în vedere că rocile seriei de Tulîșa n-au fost contaminate în nici un fel de procese de feldspatizare atît de bine evidențiate în cadrul rocilor granitoide, că acestea sînt formate în Arhaic. Însuși procesele de feldspatizare sînt ante-cambriene.

Seria de Tulîșa. În cuprinsul regiunii prezentate, seria de Tulîșa se urmărește continuu din Rîul Alb pînă în creasta dintre valca Nucșoara și valca Rîușoru de unde se continuă probabil spre vest. Reprezintă o formațiune transgresivă, repauzînd fie peste seria de Drăgășan, fie direct peste rocile granitoide între Rîul Alb și Colțul Mare.

La rîndul ei, seria de Tulîșa suportă în poziție tectonică rocile mezo-metamorifice ale cristalinelui getic între Rîul Alb și rîul Paroșului, iar de aici spre vest formațiunile seriei de Drăgășan.

Litologic este formată din șisturi cuarțitice clorito-sericitoase și șisturi grafitoase cu nivele de roci tufogene cu biotit, calcare cristaline în plăci, cuarțite și roci cu tale, avînd în bază un nivel de conglomerate metamorfozate. Succesiunea stratigrafică de jos în sus este următoarea: conglomerate metamorfozate, calcare cristaline în plăci, șisturi grafitoase și șisturi clorito-sericitoase cu nivele de roci tufogene cu biotit, roci cu tale și cuarțite.

Conglomeratele metamorfozate constituie un nivel situat în exclusivitate în baza formațiunii. Se urmăresc continuu din Rîul Mic spre vest pînă în creasta Prislopului. Trece uneori lateral în cuarțite alb-cenușii cu elemente de cuarț și ortoză. Structura acestor roci este blastopschitică și textura orientată. Culoarea este în general cenușie, uneori aproape neagră, determinată de prezența grafitului. La microscop apare o masă de bază cuarțitică cu elemente de feldspat (ortoză) și cuarț, sericit, muscovit și grafit. Cuarțul, bine recrystalizat, prezintă extincție onduloasă puternică și dimensiuni cuprinse între 0,1-0,4 mm. Împreună cu micile mulează elementele de feldspat și cuarț (pl. I, fig. 3).

Calcarele cristaline urmează în continuitate peste orizontul de conglomerate metamorfozate, între Rîul Mic și Prislop. În bazinul rîului Nucșoara sînt scoase la zi ca lentile în cadrul unei structuri cutate, deversate spre sud. Culoarea calcarelor este alb-cenușie, structura granoblastică-pavimentoasă și textura orientată. Se desfac ușor în plăci decimetrice sau centimetrice. Sînt formate aproape în exclusivitate din calcit (98%), granule rotunjite de cuarț, sericit, muscovit și grafit.



Șisturile clorito-sericitoase și grafitoase se dezvoltă pe suprafețe întinse mai ales în bazinul râului Nucșoara unde ajung, datorită creșterii continue a gradului de metamorfism, la șisturile cristaline epimetamorfice tipice. Acest fapt a fost de altfel semnalat de Pavelescu (1953) în Paring. Creșterea gradului de metamorfism a făcut uneori destul de dificilă separarea acestor roci de complexul clorito-sericitos al seriei de Drăgășan. Spre Nucșoara începe să apară muscovit și uneori biotit. Parageneză este determinată de cuarț + sericit + clorit + grafit ± biotit ± muscovit.

Rocile tufogene apar în râul Nucșoara (pârâul Lihului și pârâul Fața Mare) și între vîrurile Prislop și Știrbina. Roca are culoare verde uneori verde-cenușie, structură lepidoblastică și textură șistoasă. Aflorimentele sînt acoperite adesea cu pelicule limonitice. Limonitul rezultă din levigarea piritei prezentă în constituția rocii. La microscop a fost determinată următoarea parageneză: epidot, clorit, biotit, cuarț, calcit, albit ± actinot și minerale accesorii (sfen, magnetit și pirită).

Compoziții principale sînt epidotul, cloritul, cuarțul și biotitul. Epidotul se prezintă sub formă de granoblaste cu contururi subidiomorfe sau rotunjite avînd dimensiuni între 0,1-0,5 mm. Este distribuit în benzi paralele aproape monominerale împreună cu clorit. Cloritul formează adesea o masă interstițială care umple o parte din spațiile libere dintre granulele de epidot, albit și cuarț. Biotitul apare cantitativ mult inferior celorlalți componenți (7-8%). Este reprezentat printr-o varietate brun-verzuie care evidențiază frecvent procese de cloritizare. Albitul apare cu totul subordonat și prezintă maele polisintetice fine. Cuarțul, prezent în cantități reduse, are contururi rotunjite, uneori subangulare și dimensiuni mici (0,1-0,4 mm). Ceea ce-l caracterizează este extincția slab onduloasă. Extincția, contururile sale rotunjite și lipsa unor creșteri blastice demonstrează că rocile tufogene au suferit un metamorfism regional destul de slab, mai degrabă un metamorfism dinamic, caracteristic de altfel unei părți însemnate a rocilor seriei de Tulșa. Aceste roci provin dintr-un material mixt, vulcanogen-sedimentogen metamorfozate în condițiile faciesului de șisturi verzi.

Rocile cu tale sînt localizate exclusiv în bazinul râului Nucșoara. Se întîlnesc în ambele maluri ale râului, pe versantul drept (pârâul Lihului, pârâul Fața Mare) și în versantul stîng (pârâul Zăpozii, valea Varului, cit și pe crestele de la nord și sud de pârâul Zăpozii).

Macroscopic, rocile prezintă culoare predominant alb-verzuie sau alb-cenușie, pigmentată frecvent de cuiburi și filonașe de carbonați de culoare rozie. Structura rocii este nematoblastică sau lepidoblastică și textura șistoasă. În aflorimentele expuse timp îndelungat acțiunii

agenților externi roca are aspect de „lemn putregăios”, fiind ușor friabilă și cu luciu mătășos. La microscop au fost stabilite următoarele parageneze: talc + calcit + oxizi; talc + calcit + antigorit + crisotil + oxizi; tremolit + antigorit + actinot; antigorit + crisotil + oxizi; actinot + antigorit + cuarț.

Talcul se prezintă sub forma unui agregat lamelar asemănător sericitului din șisturi. Omogenitatea aglomerărilor este frecvent destrămată de cuiburi sau filonașe discordante sau concordante de carbonați.

Tremolitul întâlnit mai ales în versantul stîng (pîriul Zăpozii, valea Varului) apare în cristale idiomorfe, prismatice-columnare, dispuse de regulă divergent sau paralel (pl. I, fig. 4).

Antigoritul, crisotilul și talcul sînt constituenții principali ai rocilor cu talc. Antigoritul și crisotilul alcătuiesc un amestec aproape omogen în care crisotilul apare adesea și ca filonașe subțiri submilimetrice, discordante, formînd frecvent o rețea celulară în cuprinsul căreia se întîlnesc lamele de antigorit. Antigoritul apare sub formă de lamele (0,05-0,1 mm Ø) dispuse în mănunchiuri sau agregate radiare. Extincția ușor dreaptă îi este caracteristică. Carbonatul, reprezentat de magnezit și sporadic de calcit, apare în toate aflorimentele din riul Nucșoara și pîriul Lihului. Se întîlnește ca filonașe transversale sau longitudinale și cuiburi. Rezultă în urma dezintegrării silicaților primari sub acțiunea soluțiilor hidrotermale bogate în silice și carbonați și sub influența apei superficiale bogată în CO₂. Prezența cuarțului se remarcă foarte rar și este format, ca și o parte a carbonaților, pe seama soluțiilor hidrotermale. Pentru întregirea imaginii asupra compoziției mineralogice a rocilor cu talc prezentăm în tabelul 1 cîteva parageneze caracteristice observate în secțiuni.

TABELUL 1

Dimensiuni, mm		%								
talc	agregate solziforme	48	—	—	99	—	—	75	58	99
tremolit	0,20/1,50-0,50/14,00	—	—	28	—	—	52	—	—	—
actinot	0,15/2,50-0,40/8,50	—	—	3	—	—	—	—	—	—
antigorit	0,05/0,15-0,08/0,22	3	67,5	39	—	—	48	—	19	—
crisotil	agregate fibroase	—	31	20	—	49,5	—	—	10	—
magnezit + calcit		48,5	—	—	—	50	—	24,5	13	—
cuarț	agregate dendriforme	—	1	10	—	—	—	—	—	—
oxizi		0,5	0,5	—	1	0,5	—	0,5	—	1

Din analiza tabelului prezentat rezultă în concluzie că rocile cu talc sînt alcătuite dintr-un amestec, mai mult sau mai puțin omogen, de para-

geneze simple în care componenții principali sînt: talcul, antigoritul, tremolitul, erisotilul și magnezitul.

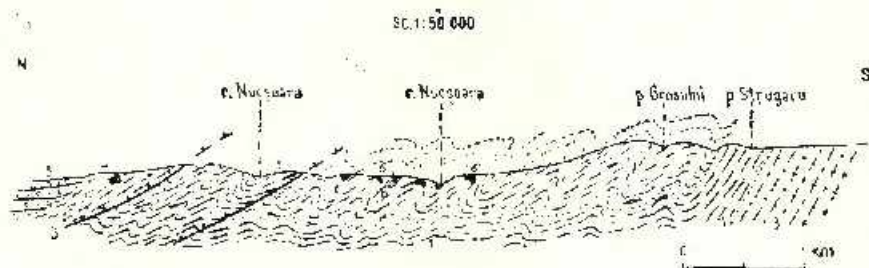
Analizele chimice efectuate pe probe medii pentru dozarea oxizilor CaO , MgO , SiO_2 , Al_2O_3 și Fe_2O_3 le prezentăm în tabelul 2.

TABELUL 2

Rezultatul analizelor pentru talc^a

Locul recoltării	CaO solubil	CaO total	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	H ₂ O	Pierdere la calcinare
Pîrul Zăpozii	4,66	5,21	19,92	53,25	8,25	8,65	1,30	5,45
Rîul Nucșoara	7,83	8,16	16,17	49,12	7,72	8,98	1,10	9,50
Rîul Nucșoara	5,64	8,05	13,78	50,15	7,60	26,30	1,05	6,05
Rîul Nucșoara	6,62	7,48	7,39	52,85	6,90	16,85	1,10	8,35
Rîul Nucșoara	10,77	11,32	8,72	47,20	8,83	14,39	1,15	8,45
Rîul Nucșoara	3,82	4,21	6,16	53,00	10,78	20,92	1,25	5,35

Ca formă de zăcămint, rocile cu talc se prezintă ca lentile sau budine, localizate în axele unor cute sinclinale și anticlinale din cadrul unei structuri cutate, deversate spre sud (vezi fig.).



Secțiune geologică prin versantul stîng al rîului Nucșoara.

1, seria de Drășăban; 2, seria de Tulîța; 3, roci granitoidă; 4, seria de Sebes-Lotru; 5, Eocen; 6, roci talcoase.

Coupe géologique dans le versant gauche du ruisseau Nucșoara.

1, série de Drășăban; 2, série de Tulîța; 3, roches granitoides; 4, série de Sebes-Lotru; 5, Eocène; 6, roches à talc.

Grosimea medie a lentilelor este cuprinsă între 1,5-2,5 m. Din analiza microscopică și chimică a materialului se poate considera că lentilele de roci purtătoare de talc s-au format pe seama unor silluri de roci ultrabazice de tipul peridotitelor, metamorfozate sincron cu rocile seriei de Tulîța. Poziția

^a Probele au fost analizate în cadrul întreprinderii Miniere Hunedoara — Exploatarea minieră Zlaști.

lor actuală în axele structurii cutate se datorează unui proces de budinare a unui sill-strat inițial continuu. Ivirile de roci cu tale constituie o sursă importantă de tale pentru a fi utilizate în scopuri industriale.

Considerații asupra vârstei seriei de Tulișa. În decursul anilor problema vârstei formațiunii de Tulișa a preocupat în largă măsură pe cercetătorii care au studiat această parte a Carpaților Meridionali. Prin paralelizare cu partea inferioară a formațiunii de Schela, care prezintă în general aceeași succesiune stratigrafică, i s-a atribuit vîrsta carboniferă (Mrazec, 1904), (Murgoci, 1912), carbonifer-jurasică (Manolescu, 1937) și carboniferă (Pavelescu, 1953). Prin analogie cu depozitele de pe valea Idegului și Drencova Pavelescu, Pavelescu (1964) le consideră de vîrstă devonian-carboniferă, eventual chiar siluriană pentru termenii inferiori ai seriei.

În vederea obținerii unor date mai precise privind vîrsta acestor formațiuni am colectat probe din orizontul șisturilor și filitelor grafitoase din valea Sălășelului, vîrfurile Colțul Mare, Rîul Alb și valea Nucșoara, în vederea unor analize palinologice. Analizele efectuate în laboratoarele Întreprinderii Geologice de Prospekțiuni de către Adina Visarion și S. Gherega au pus în evidență o asociație de spori suficient de bogată și în general bine conservată care vine să contribuie la stabilirea vîrstei și evoluției geologice a acestei serii. Analizele au determinat următoarea asociație în toate probele colectate: *Stenozonoligotriletum depressum* Tim.; *S. sokolovi* Tim.; *S. validum* Tim.; *Trachioligotriletum minutum* Naum (Tim.); *T. inerasatum* (Naum) Tim.; *T. nevelensis* Tim.; *Protoliosphaeridium conglutinatum* Tim.; *P. cambriense* Tim.; *Protoliosphaeridium* sp.; *Leiologotriletum compactum* Tim.; *L. glumaceum* Tim.; *Myterioligotriletum marmoratum* Tim.; *Tyloligotriletum asperum* Tim.; *Leiominuscula* sp.; *Lophominuscula* sp.

Microflora determinată (cea mai mare parte) caracterizează Proterozoicul. Numai asociația de *P. cambriense* Tim.; *S. depressum* Tim. și *T. asperum* Tim. apare în Cambrian. În mod cu totul excepțional se menține pînă în Ordovician. Asociația de *S. sokolovi*; *S. validum*; *T. minutum*; *T. inerasatum*; *P. conglutinatum*; *L. compactum*; *L. glumaceum* și *M. marmoratum* apare în Proterozoic și se menține pînă în Cambrianul inferior și mediu. Ultramicrosporii *Leiominuscula* și *Lophominuscula* caracterizează Proterozoicul.

În concluzie, asociația microfloristică întîlnită, avînd în vedere repartiția stratigrafică dată de Naumova (1949) și Timofeev (1959), indică vîrsta Proterozoic superior-Cambrian inferior și mediu.



Partea inferioară a seriei (conglomerate metamorfozate, calcare cristaline și cuarțite) reprezintă ultimii termeni ai Proterozoicului superior iar partea superioară (șisturi și filite grafitoase și clorito-sericitoase) aparține Cambrianului.

Întreaga serie de Tulișa provine aproape în întregime dintr-un complex de depozite detritogene, metamorfozate în condițiile părții superioare a faciesului de șisturi verzi. În Paleozoicul inferior se pun în loc produse ale unui magmatism inițial, reprezentate prin tufuri bazice și curgeri de lave bazice și ultrabazice care în procesul de metamorfism au condus la formarea serpentinitelor cu talc și a rocilor tufogene cu biotit.

Domeniul getic. Formațiunile cristaline mezometamorfice aparținând domeniului getic apar în partea de nord a regiunii între depozitele sedimentare ale bazinului Hațeg la nord și rocile seriilor de Drăgășan și Tulișa la sud. Rocile prezintă asemănări pînă la identitate cu cristalinel muntelui Sebeș, caracterizîndu-se prin largă participare a paragneisurilor și migmatitelor de tipul gnaiselor aplitice avînd intercalații de micașisturi cu sau fără granazi și disten și amfibolite.

Paragneisele sînt reprezentate prin varietăți microblastice sau faneroplastice cu biotit sau cu biotit și muscovit. Sînt alcătuite din plagioclaz (albit sau oligoclaz 14% An), xenoblaste de cuarț, pături bine segregate de biotit și muscovit, uneori almandin, clorit și minerale accesorii (apatit, zircon, magnetit).

Micașisturile apar pe o suprafață restrînsă la nord de Piatra Măceștilor (versantul stîng al Rîului Alb). Sînt roci cu textură paralel-sinuoasă, faneroplastice, formate din mîce, cuarț, almandin cu structură poikiloblastică și disten. Distenul se prezintă de regulă transformat parțial în sericit și muscovit. Contururile sale sînt prismatice iar dimensiunile sînt cuprinse între 0,5-1 mm. La microscop a fost întîlnită turmalina neagră și minerale accesorii (zircon, apatit și magnetit).

Amfibolitele constituie apariții izolate și în general destul de rare. Ele sînt paramfibolite și se dezvoltă ca lentile cu grosimi între 1-20 m în paragneisele și migmatitele din zona Pîriului lui Neag și la sud de Nucșoara. Sînt constituite în principal din hornblendă verde, parțial cloritizată, plagioclaz (oligoclaz cu 18-22% An) și biotit cloritizat. Sporadic apar sfen, magnetit și apatit.

De-a lungul întregii limite a cristalinelului getic cu autohtonul se întîlnesc cataclazite, milonite și uneori ultramilonite, rezultate în urma deformărilor mecanice, deformări cauzate de încălecare

grupului de roci mezometamorfe peste seriile epimetamorfe de Tulişa și Drăgăsan. Procesele de cataclază afectează toate tipurile de roci ale domeniului getic. Intensitatea acestor fenomene scade de la limita planului de șariaj spre nord, ajungând ca după câteva zeci de metri să dispară cu totul. Pe baza paragenezelor determinate rocile cristaline ale seriei de Sebeș-Lotru se încadrează în faciesul amfibolitelor cu almandin, subfaciesul staurolit-distenic.

Migmatitele, reprezentate prin roci cu textură vag orientată, sînt prezente între valea Sălășelului și riul Nuceoara. În compoziția lor întîlnim microclin (25-38%), cuarț (34-45%), plagioclaz (22-36%) și subordonat biotit cloritizat, uneori muscovit, magnetit, apatit și zircon. Orientarea micelor este destul de puțin marcată. Între acestea predomină biotitul care se prezintă, în aproape toate analizele efectuate, cloritizat. Este înlocuit de penin. În riul Mălăiești și la vest de acesta, roca conține magnetit într-un procent de 3-4% sub formă de cristale octaedrice uniform distribuite în masa cuarțo-feldspatică. Ceea ce dorim să scoatem în evidență este caracterul migmatic al acestor roci, în care se poate deosebi un material preexistent și un component granitic nou reprezentat prin microclin și albit.

Microclinul, alcătuieste împreună cu cuarțul și plagioclazul, o masă omogenă granoblastică, panalotriomorfă. Dimensiunile lui ajung la 3-4 mm diametru, prezentînd contururi cu totul neregulate, macle caracteristice în grătar și lamele fine de dezamestec perititic. Plagioclazul apare de obicei alterat. Pe seama lui se formează un agregat de sericit și minerale argiloase. Acest agregat invadează un procent însemnat din cantitatea de plagioclaz prezentă în rocă. Determinările pun în evidență prezența oligoclazului (14% An) și a albitului. Generația nouă de albit apare ca o coroană ce înconjoară generația veche de care se distinge prin prospețime și compoziția acidă (5% An). Din datele de observație considerăm aceste roci drept migmatite formate prin contaminarea unor roci paragneisice cu soluții alcaline bogat potasice, furnizate de magme ascunse de compoziție granitică. Formarea lor s-ar putea realiza la nivelul faciesului amfibolitelor cu almandin.

Formațiuni sedimentare. Formațiunile sedimentare aparțin bazinului Hațeg și se repartizează Cretacicului, Neogenului și Cuaternarului.

Cretacicul inferior este reprezentat prin calcare masive alb-cenușii sau roșietice avînd în bază calcarenite și gresii calcareose (Barremian-Aptian). După cum au arătat Drăghin dă et al.⁹ calcarele

⁹ *Op. cit.* pct. 3.

conțin forme de *Orbitolina lenticularis*. Aceste depozite formează o fișie cu lățime de 200-300 m între Rîul Alb și valea Cetății și în apropiere de satul Peștera unde sînt înecate de depozite mai noi, conglomeratice.

Cretacicul superior include etajele de la Cenomanian la Senonian. Depozitele sînt alcătuite predominant din conglomerate polimictice avînd intercalații de gresii calcareoase micafero, cenușii, gresii cuarțitice și orizonturi subțiri de marne cenușii micafero. Se urmăresc pe o zonă destul de întinsă pe rîul Paroș, Rîul Alb, valea Cetății și rîul Mălăiești.

Paleogenul este reprezentat prin formațiuni aparținînd Eocenului alcătuite din conglomerate grosiere, gresii cuarțitice și marne roșu-violacee. Aceste depozite apar de la meridianul satului Mălăiești pînă în rîul Nueșoara.

Neogenul, acoperit în mare parte de depozite cuaternare, îl semnalăm în partea de nord a perimetrului (pîriul Stănișoasa, pîriul Lazului). Depozitele sale sînt alcătuite în cea mai mare parte din argile vinete cu orizonturi subțiri de pietrișuri slab cimentate, gresii și uneori cu strătulețe subțiri de lignit xiloid ce se repartizează Sarmațianului. La partea superioară abundă pietrișuri cu dezvoltare lenticulară care ar putea fi repartizate părții superioare a Pliocenului?, constituind faza de colmatare a bazinului.

Cuaternarul este evidențiat în regiune prin depozite glaciare, terase și aluviuni.

Depozitele glaciare sînt reprezentate prin morene. Ele se înșiruie de la est la vest sub forma unor petece formînd proeminențe așa cum este aceea de la vest de Rîul Alb, Muntele Coroiești (877 m). Ele sînt constituite din blocuri de mărime variabilă (0,3-12 mc) de roci granitoide în amestec cu argile neconsolidate ce plutesc peste sedimente cretacice sau sarmațiene și care constituie resturile unei bariere morenice inițial continuă, îndepărtată parțial de eroziune. Un argument în susținerea existenței acestor depozite la limita bazinului Hațeg cu zona muntoasă a Retezatului este acela că, blocurile de roci granitoide provenite din partea centrală a masivului Retezat nu prezintă urme de rulare. Mai mult dimensiunile acestora (10-12 mc) arată că, n-ar fi fost posibil ca ele să fi fost transportate de ape chiar dacă în anumite etape, acestea ar fi avut debit mărit și o mare putere de transport.

Depozitele de terasă sînt bine conservate de-a lungul rîurilor: Rîul Alb, Paroș, Mălăiești și mai ales Nueșoara. Sînt vizibile și uneori bine conservate două terase (I-II), alcătuite aproape în întregime din roci granitoide.



Tectonica

Regiunea care face obiectul prezentei lucrări este constituită din trei unități: autohtonul danubian, pinza getică și bazinul sedimentar Hațeg. Ele se încadrează în linii generale în imaginea tectonică concepută de Murgoci și Mrazec și completată prin cercetările ulterioare efectuate de Pavelescu (1949-1950). Se recunosc în cuprinsul regiunii elemente ale unei tectonici rupturale cit și ale celei plicative. Elementele rupturale sînt reprezentate prin două linii de încălcare orientate E-W și printr-un sistem mai nou de fracturi orientat N-S. Prima linie pune în poziție anormală de încălcare, cele două unități structurale (domeniul getic și autohtonul danubian). Planul de șariaj are o înclinare între 15-25° (valoare determinată grafic). Mezozona prinde sub ea termenii ai seriei de Tuliza și ai seriei de Drăgșan.

A doua linie de încălcare se urmărește din Rîul Mic pînă la vest de rîul Nucșoara (vîrfurile Aseuțitul). Ea delimitează și pune în raporturi tectonice cele două serii ale autohtonului.

Valoarea înclinării acestei linii este cuprinsă între 30° în rîul Nucșoara și 60° din creasta Prislop spre est. Direcțiile structurii celor două serii de roci cristaline ale autohtonului aproape coincid, fiind aproximativ E-W sau ENE-WSW cu înclinări predominant spre nord. Între Rîul Alb și creasta Știrbina-Prislop, cristalinul autohton formează un monoclin, în timp ce în bazinul văii Nucșoara apar unele structuri plicative. Este evident un sistem de cute sinclinale și anticlinale deversate spre sud ale căror axe au direcție N 60-70° est. Axul structurii înclină spre ENE cu o valoare cuprinsă între 15-20°.

În ce privește metamorfozarea rocilor seriei de Drăgșan, dată fiind vîrsta lor, sîntem de părere că aceasta s-a realizat în orogeneza baikaliană ? eventual chiar caledoniană iar metamorfozarea seriei de Tuliza în orogeneza hercinică.

Ca dislocații disjunctive se remarcă în zona Prislop fracturi în trepte iar în nord un sistem mai nou de fracturi orientate aproximativ N-S care decroșează limita tectonică dintre domeniul getic și autohton pe distanțe pînă la 1 km.

Momentul declanșării fenomenului de șariaj, în accepția că efortul de subîmpingere s-ar fi exercitat din nord, nu se poate stabili cu certitudine în limitele regiunii prezentate din lipsa unor depozite mai noi cu vîrstă stabilită. Cele mai noi depozite aparțin seriei de Tuliza astfel că,

acceptăm punctul de vedere emis anterior (C o d a r c e a , 1940), potrivit căruia momentul declanșării șarajului s-ar fi produs în mișcările mezo-cretacee.

Concluzii

Regiunea care a făcut obiectul cercetărilor noastre este formată dintr-un fundament de șisturi cristaline aparținând autohtonului danubian, repartizate la două serii epimetamorifice (seria de Drăgșan și seria de Tulișa), șisturi cristaline mezometamorifice care constituie domeniul getic și formațiuni sedimentare ale bazinului Hașeg.

În autohton, respectiv în seria de Drăgșan, se dezvoltă un corp de roci granitoide a cărui vîrstă o datăm ca fiind ante-proterozoic—superioară, afectat ulterior proceselor de laminare, de o metasomatoză alcalină.

În seria de Tulișa sînt prezente produse ale unui magmatism inițial reprezentate prin nivele de tufuri bazice metamorfozate și silluri de lave ultrabazice metamorfozate. Pe seama rocilor ultrabazice s-au format, datorită unor procese hidrotermale, acumulări de talc în serpentinitele situate pe valea Nucșoara.

Formațiunii de Tulișa i s-a stabilit, pe baza analizelor de spor-polen, vîrsta Proterozoic superior-Cambrian. Potrivit acestor determinări vîrsta seriei de Drăgșan este ante-proterozoic—superioară.

Din punct de vedere tectonic în cuprinsul regiunii apar două linii de încălecare precum și numeroase fracturi mai noi și unele structuri plicative localizate în riul Nucșoara.

BIBLIOGRAFIE

- C o d a r c e a A. I. (1940) Vues nouvelles sur la tectonique du Banat et du Plateau du Mehedinți. *An. Inst. Géol. Roum.* XX, Bucarest.
- P a v e l e s c u L. (1961) Considerațiuni asupra genezei rocilor granitoide din autohtonul danubian al Carpaților Meridionali. *Congr. Asoc. Carp.-Balc.* București.
- C o d a r c e a - D e s s i l a M a r c e l a (1964) Considerațiuni asupra stratigrafiei, genezei și structurii formațiunilor cristalofiliene din Carpații Meridionali (regiunea Rășinari-Cisnădioara-Sadu). *An. Com. Geol.* XXXIV, 1, București.
- G h e r a s i N. (1937) Étude pétrographique géologique dans les monts Godeanu et Țarcu. *An. Inst. Géol. Roum.* XVII, Bucarest.
- H a u e r F r., S t a c h e G. (1863) Geologie Siebenbürgens. Wien.
- I n k e y B. v. (1891) Die transylvanischen Alpen vom Rothenthurmpass bis zum Eisernen Thor. *Math. Naturwiss. Ber. aus Ungarn.* IX, Berlin-Budapest.



- Mamulea A. M. (1953) Studii geologice în regiunea Sînpetru-Pui (bazinul Hațeg). *An. Inst. Geol. Rom.* XXV, București.
- Manolescu G. (1937) Étude géologique et pétrographique dans les monts Vulcan (Carpathes Méridionales, Roumanie). *An. Inst. Géol. Roum.* XVIII, Bucarest.
- Mrazec L. (1898) Asupra clasificății cristalinelui din Carpații Meridionali. *Bul. Soc. Șt.* VIII, 6, București.
- (1904) Sur les schistes cristallins des Carpathes Méridionales (versant roumain). *C. R. Congr. Géol. Internat.* IX, Vienne.
- Murgoci G. M. (1907) Sur l'âge de la grande nappe de charriage des Carpathes Méridionales. *C. R. Acad. Paris 4 sept. Bull. Soc. Sci.* XVI, Bucarest.
- (1912) The Geological Synthesis of the south Carpathians. *C. R. Congr. Geol. Internat.* XI, Stockholm.
- Naumova S. N. (1949) Spori vjnego kambria. *Izvestia Akad. nauk SSSR. Seria Gheologičeskaja*, 4, Moscova.
- Nopcsa Fr. Baron (1905) Zur Geologie der Gegend zwischen gyulafehérvár, Deva Ruszkabánya v. d. rum. Landesgrenze. *Mitt. a. d. Jahrb. d. k. Ung. Geol. Anst. Bd.* XVI, Budapest.
- Păvelescu L. (1949-1950) Cercetări geologice în munții Retezat. *D, S, Com. Geol.* XXXVII, București.
- (1953) Studiul geologic și petrografic al regiunii centrale și de sud-est a munților Retezat. *An. Inst. Geol. Rom.* XXV, București.
- Păvelescu Maria (1964) Geologia și petrografia văii Jiului românesc între Oslea-Petroșeni. *An. Inst. Geol. Rom.* XXXIII, București.
- Schafarzik Fr. (1898) Über die geologischen Verhältnisse der SW-lichen Umgebung vom Clopotiva und Malomviz (Bericht über die im Jahre 1898 im westlichen Retezat Gebirge aufgen. geol. Spezial — aufnahmen). *Jahrb. d. k. ung. geol. A. f.* Budapest.
- Streckeisen A., Gherasi N. (1933) Recherches géologiques dans les Carpathes Méridionales entre la vallée du Jiu, Caransebeș et le Ports de Fer. *C. R. Inst. Géol. Roum.* XIX, București.
- Timofeev V. B. (1959) Drevneisicaia flora Pribaltiki i eš stratigraficescoe značenie. *Trudi vsesoluznogo naučno isledovatel'scogo gheologopoznedochno instituta. (VNIGRI) m.* 129.

CONTRIBUTIONS À LA CONNAISSANCE DE LA GÉOLOGIE DE LA PARTIE SEPTENTRIONALE DES MONTS RETEZAT, ENTRE LES RIVIÈRES ALB ET NUȘOARA, CONCERNANT LES AFFLEUREMENTS DE TALC

(Résumé)

Les auteurs présentent les résultats des recherches géologiques effectuées dans le secteur compris entre la rivière Alb et la rivière Nușoara. La région qui a fait l'objet de ces recherches est constituée d'un soubassement de schistes cristallins appartenant à l'autochtone danubien, repartis en deux séries épimétamorphiques (la série de Drăgșan et la série de Tuliaș), de schistes



cristallins mésométamorphiques qui forment le domaine gétique (la série de Sebeș-Lotru) et de formations sédimentaires du bassin Hațeg.

La série de Drăgșan est surtout constituée de schistes quartziques à porphyroblastes d'albite \pm épidote, de niveaux de roches tuffogènes à biotite, de conglomérats métamorphisés et de schistes chlorito-sériciteux.

Dans la série de Drăgșan se développe un corps de roches granitoïdes à texture orientée, gneissique et à structure porphyrique où l'on observe une masse de base, constituée de quartz, plagioclase, épidote, micas, qui forme la paléosome, et du microcline et de la perthite qui constituent la néosome et dont l'âge est antéprotérozoïque supérieur.

La série de Tulșa présente la succession suivante : conglomérats métamorphisés, calcaires cristallins en plaques, schistes graphiteux et schistes chlorito-sériciteux à niveaux de roches tuffogènes à biotite, roches à talc, quartzites. Dans la série de Tulșa il y a des produits d'un magmatisme initial représentés par les niveaux de tufs basiques métamorphisés, et de sills de lavas ultrabasiques métamorphisés. Sur les roches ultrabasiques se sont formées, par des processus hydrothermaux, des accumulations de talc dans les serpentinites de la vallée Nucșoara.

Les analyses de spores-pollen ont mis en évidence l'âge protérozoïque supérieur-cambrien de la formation de Tulșa.

Le domaine gétique est représenté par la série de Sebeș-Lotru, constituée de paragneiss micacés, micaschistes, migmatites et amphibolites. Les formations sédimentaires appartiennent au Crétacé, au Néogène et au Quaternaire.

Du point de vue tectonique, on remarque dans la région deux lignes de chevauchement, des fractures plus récentes et des structures plicatives localisées dans la rivière Nucșoara.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Planche II

Carte géologique-pétrographique de la région des rivières Alb et Nucșoara.

Quaternaire : 1a, alluvions ; b, cône de déjection ; 2, terrasse (a, T₁, b, T₂) ; 3, dépôts glaciaires (moraines). Sarmatien : 4, argiles, grès, sables ; Eocène : 5, conglomérats, argiles rouges ; Cénomannien, Sénonien : 6, conglomérats, grès ; Barrémien, Aptien : 7, calcaires récifaux. Schistes cristallins. Série de Sebeș. Nappe gétique : 8, millionites, cataclasites ; 9, migmatites ; 10, amphibolites ; 11, micaschistes à muscovite et à biotite ; 12, micaschistes à grenats ; 13, paragneiss à biotite \pm grenats ; 14, paragneiss à biotite et à muscovite \pm grenats. Autochtone. Série de Tulșa. 15, filons de quartz ; 16, quartzites sériciteux \pm muscovitiques ; 17, schistes talqueux ; 18, schistes épidotiques à biotite ; 19, schistes séricito-chloriteux quartzitiques, schistes graphiteux quartzitiques ; 20, calcaires cristallins ; 21, conglomérats métamorphisés ; 22, roches granitoïdes. Série de Drăgșan. 23, filons de quartz ; 24, schistes quartzitiques chlorito-sériciteux à épidote et porphyroblastes d'albite ; 25, schistes quartzitiques à biotite ; 26, conglomérats métamorphisés ; 27, ligne de charriage ; 28, faille ; 29, position ; 30, axe d'anticlinal ; 31, axe de synclinal ; 32, ligne de profil ; 33, échantillons microfleuriques.



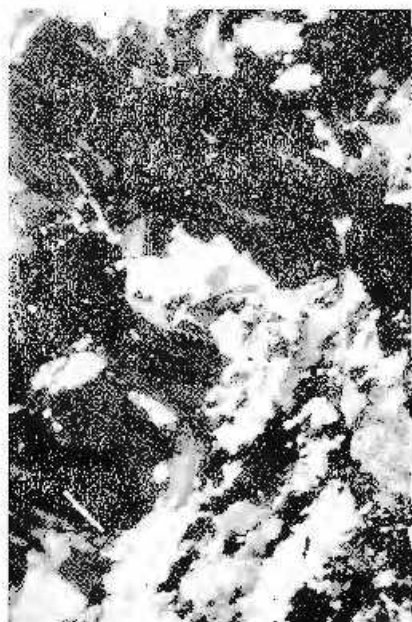
PLANȘA I



PLANȘA I

- Fig. 1. — Granitoid lănuat (Riul Alb). $N + , \times 10$. Crăstale de microclin-perlit proaspăt cu incluziuni de plagioclaz alterat și cuarț. Colțul stînga jos paleosomă cu textură orientată alecătuită din cuarț și plagioclaz alterat.
Granitoide laminé (la rivière Alb). $N + , \times 10$. Cristaux de microcline-perlite fraîche à inclusions de plagioclase altéré et quartz. En bas, coin: gauché, paléosome à texture orientée constituée de quartz et de plagioclase altéré.
- Fig. 2. — Granitoid (riul Nașoara). $N + , \times 10$. Microclin cu contururi xenomorfe alături de cuarț și feldspat alterat.
Granitoide (la rivière Nașoara). $N + , \times 10$. Microcline à contours xenomorphes à côté de quartz et de feldspath altéré.
- Fig. 3. — Conglomerat metamorfozat. $N + , \times 10$. Elemente de ortoză într-o masă de bază cuarțitică.
Conglomérat métamorphosé. $N + , \times 10$. Éléments d'orthose dans une masse de base quartzitique.
- Fig. 4. — Șist talcos cu actinol și tremolit. $N + , \times 10$.
Schiste talqueux à actinol et tremolite. $N + , \times 10$.

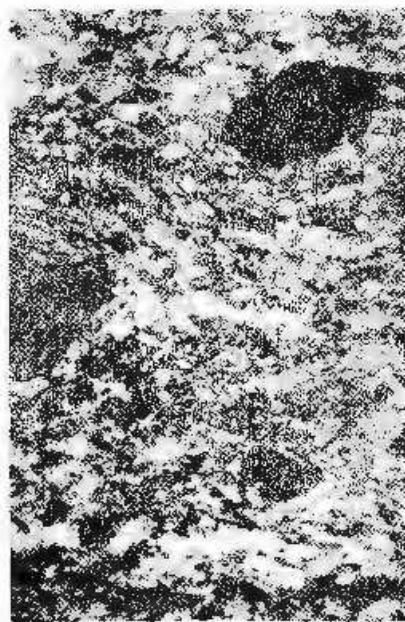




1



2



3

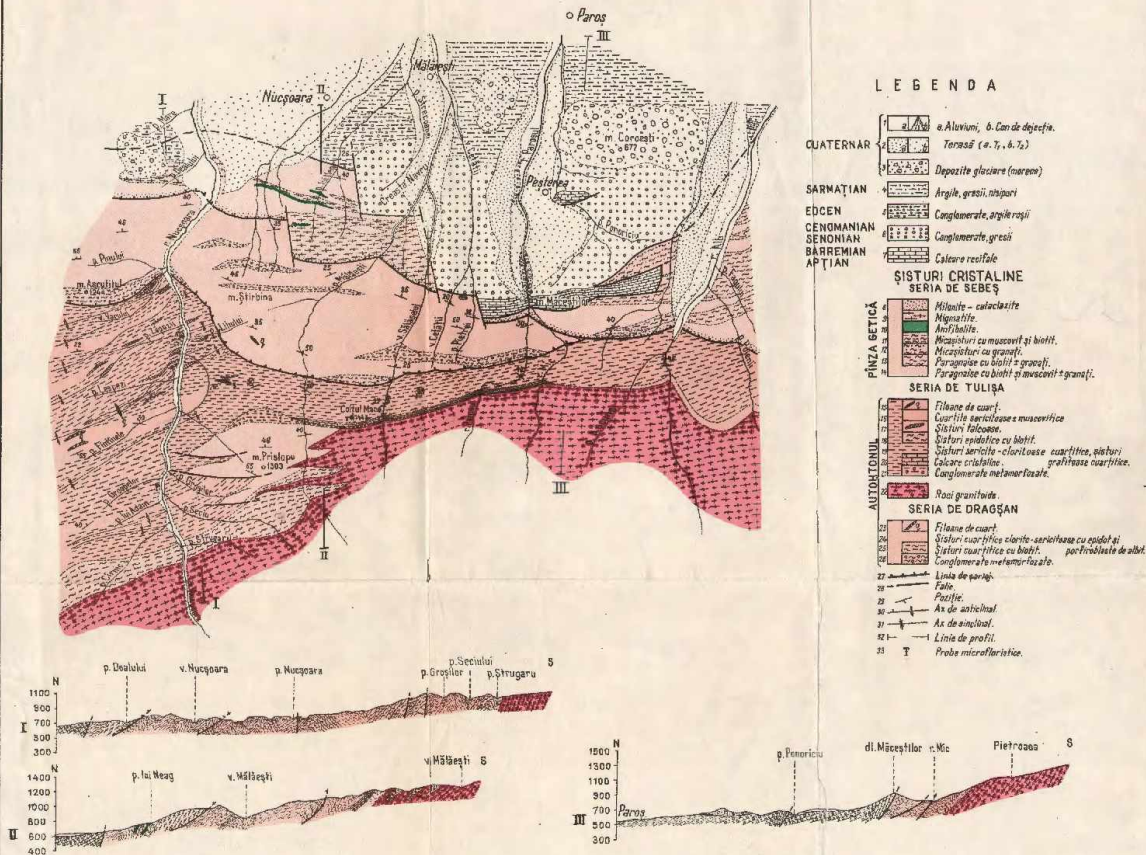


4

C. MICU, C. PARASCHIVESCU

HARTA GEOLOGICĂ-PETROGRAFICĂ ÎN REGIUNEA RÎUL ALB-RÎUL NUCȘOARA PARTEA DE NORD A MUNTILOR RETEZAT

0 500 1000 1500 m



LEGENDA

- QUATERNAR**
- 1 Aluvii, 6. Can de deșeu.
 - 2 Terasă (a. T., b. T.)
 - 3 Depozite glaciare (novece)
- SARMAȚIAN**
- 4 Argile, grăsi, nisipuri
 - 5 Conglomerate, argileroși
- EDCEN**
- 6 Conglomerate, grăsi
- CENOMANIAN**
- 7 Calcare rezidual
- BARREMIAN**
- 8
- APTIAN**
- 9
- ȘISTURI CRISTALINE**
- SERIA DE SEBEȘ**
- PIAZA GETICĂ**
- 10 Miltaită - calcclărite
 - 11 Miltaită
 - 12 Anfibolite
 - 13 Micasituri cu masconit și biotit
 - 14 Micasituri cu graafit
 - 15 Paragneis cu biotit și graafit
 - 16 Paragneis cu biotit și masconit și graafit
- SERIA DE TULIȘA**
- 17 Filonite de cuarț
 - 18 Cuarțite variatoase muscovitice
 - 19 Șisturi talcoase
 - 20 Șisturi epidotice cu biotit
 - 21 Șisturi sericite-cloritice sau filice, sicturi
 - 22 Calcare cristaline grafitice, cuarțice
 - 23 Conglomerate melanofazate
- AUTONTONIUL**
- SERIA DE DRĂGȘAN**
- 24 Filonite de cuarț
 - 25 Șisturi cuarțice clorite-sericitice cu epidot și biotit
 - 26 Șisturi cuarțice cu biotit
 - 27 Conglomerate metamorfizate
- 27 Linia de paraj.
- 28 Faltă
- 29 Furtic
- 30 Ax de anticlinal
- 31 Ax de sinclinal
- 32 Linia de profil.
- 33 T Probe microfloristică

2. ZĂCĂMINTE

MINERALIZAȚIILE DE SULFURI DE LA FĂRĂOANE ȘI ARȘIȚA (MUNȚII BISTRIȚEI—CARPAȚII ORIENTALI)¹

DE

ALCIBIADE IOAN MUȘAT, OLIMPIA VASILESCU²

Abstract

Sulphide Mineralizations of the Fărăoane and Arșița Area (Bistrița Mis-East Carpathians). In this paper the presence of some polymetallic sulphide mineralizations, located along fractures unconformably lying with respect to the major structure of the epizonal crystalline schists, is pointed out. The study of the mineralizations indicates a deposition sequence and the differentiation of sulphides depending on depth, as well as their genetical and spatial linkage with other similar mineralizations recognized in the region. The host crystalline rocks in the neighbourhood of the fractures are affected by an intense hydrothermal activity, displayed by a series of phenomena (feldspathization, silicification, biotitization, pyritization, chloritization, argillization etc.), and which reveals the presence of deep-seated sulphide mineralizations. Owing to the correlation of tectonical data obtained by the authors, and also to the results of previous research, the conclusion was reached that these mineralizations are Neogene in age.

Mineralizațiile de sulfuri la care ne referim apar pe mai multe aliniamente structurale majore, în jurul vârfului Fărăoane și vârfului Arșița, culmi ce fac parte din unitatea geografică a munților Bistriței.

Din punct de vedere administrativ, zonele acestea se încadrează în raza comunei Iacobeni, județul Suceava.

Cercetările geologice executate de noi de-a lungul a câțiva ani, însoțite de studii de laborator, ne-au permis obținerea unor rezultate interesante din punct de vedere geologic și economic (Mușat, 1965, 1966,

¹ Comunicare în ședința din 20 martie 1969.

² Întreprinderea Geologică de Prospekțiuni, Col. Griviței nr. 64, București.



1967)³; (Vasilescu, 1967, 1968)⁴, (Mușat, 1969⁵; Mușat, Vasilescu, 1970).

Asupra regiunii respective existau unele cunoștințe geologice și economice cu privire la sulfurile din jurul vârfului Fărăoane, încă din secolul trecut (Paul, 1876; Walter, 1876), în timp ce sulfurile din culmea Arșița au fost puse în evidență pentru prima dată la suprafață și în orizontul 13, în anul 1966.

După primul război mondial, lucrările geologice cu caracter regional, care au înglobat și zona aceasta, s-au limitat la probleme de petrografie și structura șisturilor cristaline (Kräutner, 1927, 1930).

Cercetările geologice efectuate în această regiune, în prima perioadă după cel de-al doilea război mondial, s-au referit la studii amănunțite cu privire la stratigrafia, petrografia și structura șisturilor cristaline și a depozitelor sedimentare (Băncilă, 1958; Codareanu-Dessila, 1968; Dimitrescu, 1960, 1965; Ianovici, Ionescu, 1966; Ionescu, 1962; Rădulescu, Rădulescu, Teuca, 1967). Din punct de vedere economic, ele au urmărit mineralizațiile de mangan, fier și sulfuri, dar fără a se ocupa și de cele la care ne referim noi.

În ultimii ani, autorii prezentei comunicări s-au ocupat de o amănunțită cercetare a mineralizațiilor de sulfuri din această regiune, în vederea determinării importanței lor economice (Mușat, 1966, 1967⁶; Vasilescu, 1967, 1967⁷).

³ Al. I. Mușat. Raport asupra prospecțiunilor pentru minereuri neferoase în Carpații Orientali, Mestecăniș. 1965. Arh. Com. Stat. Geol. București.

Al. I. Mușat. Raport asupra prospecțiunilor pentru minereuri auro-argentifere în Carpații Orientali (Mestecăniș). 1966. Arh. Com. Stat. Geol. București.

Al. I. Mușat. Raport asupra prospecțiunilor pentru minereuri neferoase în zonele Obcina Mestecăniș și Fărăoane (Carpații Orientali). 1967. Arh. Com. Stat. Geol. București.

⁴ Olimpia Vasilescu. Raport informativ privind documentarea petrografico-mineralogică a șantierului IGEX-Mestecăniș, Carpații Orientali. 1967. Arh. Com. Stat. Geol. București.

Olimpia Vasilescu. Raport informativ privind documentarea petrografico-mineralogică a șantierelor IGEX-Mestecăniș și Gura-Haitii (sector Chirii), Munții Bistriței, Carpații Orientali. 1968. Arh. Com. Stat. Geol. București.

⁵ Al. I. Mușat, C. Paraschivescu, C. Pislaru, Olimpia Vasilescu. Raport geologic privind prospecțiunile geologice pentru minereuri neferoase în zona Suhardul-Cioacănești-vârful Capra, Munții Bistriței. (Județul Suceava). Problema V/3. 1968. Arh. M.I.M.G. Dep. Geol. București.

⁶ Op. cit. pct. 3.

⁷ Op. cit. pct. 4.



Scurtă descriere geologică a regiunii

Zona care constituie obiectul acestei comunicări este alcătuită din șisturi cristaline epizonale, ce stau discordant peste mezozona cunoscută sub numele de „Seria de Pirul Tisei-Iacobeni” (I a n o v i c i, I o n e s c u, 1966; I o n e s c u, 1962) și din unele iviri de roci bazice ce apar pe fracturi majore, scoase la zi de către eroziune.

În cele ce urmează nu ne vom ocupa cu descrierea petrografică sau cu stratonomia rocilor cristaline, deoarece în acest sens există lucrări publicate de către cercetătorii anteriori (O d a r e c a - D e s s i l a, 1968; I a n o v i c i, I o n e s c u, 1966; R ă d u l e s e n, R ă d u l e s e n, T e u c a, 1967).

Harta geologică pe care o prezentăm are trei orizonturi reper, suficiente ca să redea imaginea spațială, sintetizată, a geologiei de suprafață și a raporturilor dintre ivirile de sulfuri și șisturile cristaline, iar secțiunile geologice ipotetice reprezintă interpretarea pe care am dat-o noi tectonicii de aici (pl. I).

Ca succesiune stratigrafică, noi am adoptat aici, pentru șisturile cristaline epizonale următoarea ordine:

Un fond de șisturi clorito-sericitoase, uneori cuarțitice, alteori cuarțitice și cu feldspați, mai rar cu intercalații subțiri de șisturi clorito-sericitoase ± grafitoase;

Un orizont de șisturi clorito-grafitoase și cuarțite negre;

Un orizont de calcare dolomitice cristaline, cu intercalații de calcare cristaline și șisturi clorito-calcaroase;

Un orizont de roci porfirogene, cu intercalații de șisturi tufogene.

Tectonica regiunii

Rocile cristaline din această parte a Carpaților Orientali au fost afectate de mișcări succesive, de amploare mai mică sau mai mare, ceea ce a dus la cutarea, compartimentarea și deranjarea lor.

Prezența unor resturi de roci sedimentare cu un slab metamorfism incipient și a căror vîrstă a fost dovedită palinologic carboniferă (M u ș a t, V a s i l e s c u, N e d e l e a, G r i d a n, 1968⁵), găsite de noi sub forma unor blocuri pe ambii versanți ai culmii Fărăoane, în regiunile fracturate

⁵ Al. I. Mușat, Olimpia Vasilescu, N. Nedelea, T. Gridan. Raport geologic privind prospecțiunile pentru minereuri neleroase în zona Obcina Mestecăniș-Fărăoane-Suhărzel, Carpații Orientali, 1968. Arh. Com. Stat. Geol. București.



sau a unor depozite sedimentare mezozoice larg dezvoltate, dar intens frământate și încălecate de către șisturile cristaline, epizonale, a sedimentelor eocene încălecate și ele de către aceleași șisturi cristaline, în vecinătatea zonei la care ne referim (Ianovici, Ionescu, 1966; Ionescu, 1962, Kräutner, 1927, 1930; Rădulescu, Rădulescu, Tenca, 1967; Savul, 1951), atestă pe de o parte vîrsta ante-carboniferă a șisturilor cristaline epizonale, iar pe de alta succesiunea de evenimente tectonice ce a urmat de atunci și pînă astăzi.

În sfîrșit, prezența rocilor bazice neafectate de mișcări tectonice și a rocilor cristaline afectate de soluțiile hidrotermale în dreptul fracturilor majore, sînt elemente, care în corelare cu celelalte fenomene citate mai sus, ne indică vîrsta mineralizațiilor la care ne referim.

Observațiile noastre au pus în evidență două sisteme de fracturi, pe care le considerăm de vîrste diferite sau redate în faze de mișcări diferite.

Lucrările cercetătorilor anteriori, care s-au ocupat de, sau și de tectonica acestei părți a Carpaților Orientali (Băncilă, 1958; Dumitrescu, Săndulescu, Lăzărescu, Mirăuță, Pauline, Georgescu, 1962; Kräutner, 1927, 1930; Oncescu, Răileanu, 1963; Rădulescu, Rădulescu, Tenca, 1967; Savul, 1951) și datele noastre din teren conduc la concluzia că stadiul paroxizmal al orogenezei alpine a avut loc în faza savică.

Deoarece apofizele rocilor bazice, scoase la zi de către eroziune pe fracturi majore orientate aproximativ în direcție N-S, nu prezintă urmele unor sollicitări tectonice, noi credem că sîntem îndreptățiți să afirmăm că intruziunea acestora a avut loc în timpul sau imediat după faza savică. Din cercetările noastre de pînă acum știm că mineralizațiile de sulfuri sînt cantonate numai pe fracturile orientate de la nord la sud. Pentru ca pe aceste fracturi să poată fi cantonate sulfurile și intruziunile de roci bazice, ele trebuie să fie foarte profunde, ca să fi permis atât intruziunea rocilor bazice, cît și a soluțiilor hidrotermale, care au depus sulfurile. Pe de altă parte, fracturile din cel de-al doilea sistem, orientate în direcția est-vest, decroșează întotdeauna sistemul de fracturi orientat nord-sud. Aceasta ne îndreptățește să afirmăm, că primul sistem de fracturi este mai vechi.

În prîjinul ideii că fracturile orientate nord-sud sînt profunde, cităm prezența cfuziunilor neogene, aflate imediat la vest de zona la care ne referim, localizate și ele pe o dislocație majoră, orientată nord-nord-vest — sud-sud-est.



De altfel apariția bazinului Transilvaniei impunea atât crearea sau cel puțin reluarea, unor fracturi majore, mai mult sau mai puțin paralele cu bordura bazinului, în catena rămasă la marginea lui estică, pe de o parte, iar pe de altă parte, scufundarea unui bloc de asemenea dimensiuni necesită îndepărtarea unei mari mase din materialul fluid subcrustal, pentru crearea spațiului necesar.

Apariția unei mari intruziuni de magmă în fundamental din această parte a Carpaților Orientali și expulzarea unei cantități mari de produse vulcanice, în imediata vecinătate, ar fi, după părerea noastră, rezolvarea spațială și izostatică a problemei la care ne referim. Prezența unei intruziuni bazice a fost dovedită atât prin cercetările geologice (Mușat, 1967⁹; Vasilescu, 1967, 1968¹⁰), (Mușat, 1969¹¹; Mușat, Vasilescu, 1970), cât și prin cercetări geofizice (Botezatu, 1955¹²).

Vârsta încălecărilor șișturilor cristaline peste formațiunile sedimentare mezozoice sau eocene (Ianoșici, Ionescu, 1966; Ionescu, 1962) confirmă ipoteza de mai sus, iar direcția acestora, sensul mișcării. Urmărirea pe direcție, atât a încălecărilor citate mai sus, cât și a fracturilor majore din regiune, ne arată o direcție preferențială și căderi cu valori mai mari sau mai mici înspre est, dar întotdeauna discordante cu structura șișturilor cristaline.

În concluzie, noi considerăm că faza saviică este mișcarea, care a imprimat aspectul actual al rocilor din regiune și că rocile bazice scoase la zi de către eroziune și depunerile de sulfuri hidrotermale au venit după ea.

Roci transformate hidrotermal

Rocile din vecinătatea fracturilor orientate nord-sud sînt întotdeauna afectate de către soluțiile hidrotermale, atât la nivelul actual de eroziune, cât și în profunzime. Analizele chimice și studiul sub microscop al materialului colectat în acest scop, au arătat următoarele fenomene: silicifiere, feldspatizare, piritizare, carbonatare, biotitizare, muscovitizare, sericilizare, cloritizare și argilizare.

⁹ Op. cit. pct. 3.

¹⁰ Op. cit. pct. 4.

¹¹ Op. cit. pct. 5.

¹² R. Botezatu. Raport asupra prospecțiunilor gravimetrice executate în regiunea Cîmpulung Moldovenesc-Harâu-Giumalău-Mestecăniș-Fundu Moldovei. 1955. Arb. Com. Stat. Geol. București.



În ceea ce privește fenomenele de sericitizare, cloritizare și argilizare, noi credem că ele însumează atât efectele soluțiilor ascendente, cât și ale celor descendente.

Nu vom insista asupra amănunțelor în privința transformărilor suferite de rocile gazdă datorite soluțiilor hidrotermale, deoarece nu constituie obiectul comunicării de față și au fost descrise foarte amănunțit în lucrările noastre anterioare (Mușat, 1965, 1966, 1967¹³; Vasilescu, 1967, 1968¹⁴).

Mineralizația de sulfuri

Ea se găsește cantonată preponderent sub actualul nivel de eroziune și constituie foarte rar obiectul observației la zi (Bitea Domnească, afluentul stâng al izvorului piriului Făgețel).

Urmărirea atentă a aspectului macroscopic al mineralizațiilor de sulfuri, al rocilor gazdă și al raporturilor lor spațiale, în galeriile din zona de izvoare a piriului Clementi, de sub creasta Tarnița-Fărăoane, galeriile 13 și 40 Arșița și cariera de mangan de la Argeștruț, ca și asemănarea lor până la identitate cu mineralizațiile de sulfuri de la Mestecăniș, ne-a permis atât depistarea lor în extindere, cât și a altor zone mineralizate, în bazinul de recepție al piriului Ciotina și în bazinele de recepție ale altor văi, spre nord și vest, față de galeriile mai sus citate.

Mineralizația de sulfuri cantonată întotdeauna pe fracturile profunde, orientate N-S, are mai multe aspecte macroscopice după cum urmează:

→ ①. Filoane de sulfuri, cu grosimi cunoscute până la data aceasta, cuprinse între 10 cm și 5 m și în care ganga constituie cca 50-90% la nivelele superioare;

→ ②. Brezii tectonice cu elemente de roci cristaline, uneori și de roci bazice, al căror ciment este constituit din cuarț și sulfuri; și în acest caz la nivelele superioare ganga constituie cca 90%, în timp ce la nivelele inferioare scade până la 50%;

→ ③. Impregnații de sulfuri, preponderent pirită, în rocile gazdă ale fracturilor majore.

Lungimea cunoscută de noi, până la data aceasta, a filoanelor sau breziilor în al căror ciment se află sulfuri, atinge câteva mii de metri, cu întreruperi locale ce pot atinge și două sute de metri la nivelele cunoscute. Pe verticală, înspre partea terminală, filoanele se ramifică și se subțiază, iar cantitatea de sulfuri scade simțitor, uneori până la dispariția totală.

¹³ Op. cit. pct. 3.

¹⁴ Op. cit. pct. 4.

În acest caz ele capătă un aspect de filoane de cuarț și feldspat, în care se găsesc rare cuiburi de dimensiuni centimetrice de clorit hidrotermal, mărunț cristalizat. La partea terminală a breziilor tectonice, elementele de șisturi cristaline sînt intens feldspatizate și prinse într-un ciment de cuarț și feldspați.

Sub microscop am putut determina tipurile de sulfuri și raporturile de vîrstă și spațiale dintre ele, pe de o parte, iar pe de alta, tipul de gangă precum și transformările suferite de elementele din breziile tectonice, sub influența soluțiilor hidrotermale.

În toate tipurile de mineralizație, sulfura preponderentă este pirita, urmată uneori de calcopirită, blendă și mai rar de galenă, alături de blendă, calcopirită și ceva galenă.

Ganga este constituită, în marea majoritate a cazurilor, din cuarț, pe lângă care mai apar feldspați, ceva biotit, clorit și sericit. Mai rar este constituită din carbonați.

Sulfurile sînt depuse în benzi oarecum paralele, de-a lungul direcției de curgere a soluțiilor în filoane, în timp ce în breziile tectonice, sulfurile împreună cu ganga, constituie un ciment de umplere (galeriile vechi din piriul Clementi, orizonturile 13 și 40 Arșița).

În ceea ce privește aspectul sulfurilor ca atare, se remarcă două generații de pirită, din care una mai veche, cu aspect de dodecaedri pentagonali, acum sfărîmată și printre crăpăturile căreia s-au depus sulfurile din generația mai nouă. Pirită mai nouă are contururi idiomorfe și habitus cubic sau apare în agregate granulare constituite din indivizi foarte mici sau în plaje de pirită colomorfă, orientate în sensul direcției de curgere a soluției.

Calcopirita apare în agregate de granule hipidio-xenomorfe, fie direct în ganga de cuarț, fie asociată cu blendă și pirită de a doua generație, fie pe crăpăturile pirită de primă generație. În acest din urmă caz, între calcopirită și pirită există întotdeauna ganga de cuarț, care le separă, fie chiar numai sub forma unei pelicule.

Blendă apare mai rar în granule individuale, de obicei în asociații de granule, cu contururi idio-hipidiomorfe, înșiruite pe direcția de curgere a soluției. Foarte rar apare cîte un individ mic sub formă de incluziune în calcopirită. Adesea agregatele granulare sînt constituite din blendă și calcopirită prinse într-o gangă de cuarț tulbur. Alături în calcopirită se pot observa vinișoare foarte subțiri de blendă, dispuse de-a lungul unor direcții cristalografice.

Galena apare sporadic, în granule idiomorfe, înconjurată de obicei de gangă și foarte rar ca incluziuni idiomorfe în calcopirită (galeriile din pirita Clementi).

Uneori la contactul dintre pirita de a doua generație și calcopirită se observă un contact ezitant și în ambele minerale, zone difuze în aceeași parte. În pirita aceasta se găsesc întotdeauna dungi și benzi de silice colorată, paralele între ele și dispuse după o anumită direcție cristalografică.

Observarea cu obiective foarte puternice a piritei din prima generație a condus la deosebirea unor pete neregulate, ce au o culoare roz sau roșu-violacee, putând reprezenta probabil eritina.

La partea terminală a filoanelor, unde agenții externi au activat, sulfurile prezintă diferite grade de alterare. Astfel pirita apare transformată în limonit sau a fost complet levigată, lăsând în gangă goluri cu contururi specifice și colorate roșcat. În locul calcopiritei apar depuneri de malachit pe fisuri, uneori în cantități destul de mari, alteori abia în urme. Mai rar se găsește calcozina. Blenda și galena, și așa sporadice, nu se pot recunoaște în produsele de alterare de la acest nivel.

În ceea ce privește ganga și aici avem două generații distincte. În timp ce pirita din prima generație este înconjurată de o gangă ce constă dintr-un cuarț limpede, sulfurile din cea de a doua venire sînt incluse întotdeauna într-o gangă turbure și separată net de prima. În această gangă turbure se găsesc feldspați, biotit, sericit, clorit.

Referindu-ne la conținuturile în elemente utile, analizele chimice executate pe probe de minereu, din diferite puncte și la diferite nivele, au indicat, în general, un minereu cuprifer, interesant din punct de vedere economic numai la nivele profunde. Rezultatele obținute se încadrează între urme-1,50 % Cu, urme-3,0 % Pb, urme-3,5 % Zn. Mai amintim că prelucindeni minereul are conținuturi variabile pentru aur și argint (urme 3,0 g/t Au și 3,0-74,0 g/t Ag). Ne-au mai atras atenția conținuturile pentru cobalt și nichel, care reprezintă valori cuprinse între 800-1090 g/t de pirita și respectiv 300-500 g/t pirita.

Considerații genetice

Înainte de a trage concluziile ce se desprind, vom rezuma aspectele caracteristice ale mineralizației:

- ① Filoane cu textura rubanată sau brecli cimentate cu cuarț și sulfuri;
- ② Dispoziția spațială a mineralizațiilor, pe fracturi majore discordante pe structura și sisturile cristaline, care au fost redeschise în faza savică;



3. Localizarea mineralizațiilor în aureola unei intruziuni gabbroice, scoase la zi de către eroziune, tot pe asemenea fracturi;

4. Parageneza minereului constituită din pirită, calcopirită, blendă, galenă, bornit, în gangă de cuarț, feldspati, biotit, clorit, sericit, caolin sau carbonați;

5. Prezența cobaltului și a nichelului, în cantități mari, sub formă de incluziuni în pirită;

6. Mai multe generații de sulfuri;

7. Creșterea conținuturilor de cupru, zinc și plumb cu creșterea adâncimii;

8. Prezența cristalelor idiomorfe de cuarț, cu habitus prismatic-bipiramidat;

9. Prezența silicei colomorfe;

10. Prezența piritei colomorfe;

11. Prezența salbandelor la contactul filon-roci gazdă;

12. Transformarea rocilor gazdă ale filoanelor sub influența soluțiilor hidrotermale;

13. Asemănarea lor pînă la identitate cu mineralizațiile de la Mes-tecăniș.

În consecință, la Fărăoane și Arșița avem de-a face cu mineralizații tipice de sulfuri hidrotermale de temperaturi ridicate și a căror vîrstă este neogena.

BIBLIOGRAFIE

Atanasiu I. (1928) Étude géologique dans les environs de Tulgheș (Neamț). *An. Inst. Géol. Roum.* XIII, București.

Băncilă I. (1958) Geologia Carpaților Orientali. Ed. științifică, București.

Codarcea-Dessila Marcela (1968) Asupra terenurilor metamorfice din Carpații Orientali. *Stud. cerc. geol. geof. geogr. seria geol. Acad. R.S.R.* 2, 13, București.

— (1968) Considerații asupra etapelor metalogenetice prealpine din Carpații Orientali. *Stud. cerc. geol. geof. geogr. seria geol. Acad. R.S.R.* 2, 13, București.

Dimitrescu R. (1980) Observațiuni privind depozitele mezozoice și tectonica regiunii Iacobeni. *S.S.N.G. Com. geol. geogr.* I, București.

— (1965) Notă asupra structurii cristalinelor din regiunea Iacobeni. *D. S. Com. Geol.* LI/1, București.

Dumitrescu I., Săndulescu M., Lăzărescu V., Mirăuță O., Pauliuc S., Georgescu C. (1962) Mémoire à la Carte Tectonique de la Roumanie. *An. Com. Géol.* XXXIII, București.

Fanovici V., Ionescu C. (1966) Structura și stratigrafia sîsturilor cristaline din regiunea izvoarelor Țibăului-valea Coșna (Carpații Orientali). *Stud. cerc. geol. geof. geogr. seria geol. Acad. R.S.R.* II/1, București.

- Ionescu C. (1962) Cercetări geologice și petrografice în regiunea Cirlibaba-Ciocănești-Iacobeni. *D. S. Com. Geol.* XLVII, București.
- Kräutner Th. (1927) Geologia cursului superior al Bistriței Ariei, văii Tihăului și Cirlibabei. *D. S. Inst. Geol. Rom.* XV, București.
- (1930) Observații geologice în Munții Bistriței și Birgăului. *D. S. Inst. Geol. Rom.* XIV, București.
- Mușat I. Al., Vasilescu Olimpia (1970) Asupra prezenței unor elemente de roci bazice în breșile tectonice de la Arșița-Iacobeni (Carpații Orientali). *D. S. Inst. Geol.* LVI/1, București.
- Oncescu N., Răileanu Gr. (1963) Faze de orogeneză pe teritoriul R.P.R. *Ghid. Asoc. Geol. Carp.-Balc. Congr.* V, 1961, IV, București.
- Paul K. M. (1876) Grundzüge der Geologie der Bukovina. *Jahrb. d. k. k. geol. R. A.* 26, Wien.
- Raguin E. (1961) Géologie des Gîtes Minéraux. Ed. Masson, Paris.
- Rădulescu J., Rădulescu Ludmila, Teuca I. (1967) Structura geologică și stratigrafia șisturilor cristaline din regiunea Pojorita-Fundu Moldovei-Iucina (Carpații Orientali). *D. S. Com. Stat. Geol.* LIII /1, București.
- Savul M. (1951) Cercetări geologice în regiunea Cirlibaba. *D. S. Com. Geol.* XXXVIII, București.
- Walter H. (1876) Die Erzlagerstätten der südlichen Bukovina. *Jahrb. d. k. k. geol. R. A.* IV, Wien.

MINÉRALISATIONS DE SULFURES DE FĂRĂOANE ET ARȘIȚA (MONTS DE BISTRIȚA — CARPATES ORIENTALES)

(Résumé)

Les minéralisations qui font l'objet de cette étude sont les sulfures hydrothermales polymétalliques des environs du sommet Arșița et du sommet Fărăoane qui appartiennent aux monts de Bistrița des Carpates Orientales de Nord.

Celles-ci sont cantonnées autour de certaines intrusions de roches basiques gabbroïdes, dans de profondes fractures, orientées du Nord au Sud et discordantes sur la structure majeure des schistes cristallins. Elles n'affleurent pas à l'actuel niveau d'érosion mais trahissent leur présence en profondeur par les effets des solutions hydrothermales résiduelles qui ont affecté les roches-hôte cristallines.

Les sulfures sont déposées, soit sous forme de filons rubanés typiques, soit comme ciment des brèches tectoniques, apparues comme effet des mouvements tectoniques de grande ampleur, de cette partie des Carpates Orientales, pendant la phase saviqne.

On a déterminé deux générations de sulfures dont les paragenèses sont différentes. Le premier apport de solutions n'a apporté que de pyrite en gangue de quartz, tandis que le deuxième a déposé, en ordre quantitatif, de la pyrite, chalcopryrite, blende, plus rarement de la galène dans une gangue de quartz, feldspath, biotite, chlorite, séricite, parfois carbonates.

Les teneurs économiques en éléments utiles n'apparaissent qu'à de grandes profondeurs (de 150 à 200 m), sous le niveau d'érosion actuel et c'est le cuivre qui y est le plus fréquent. De même on remarque en pyrites une grande teneur en cobalt et parfois en nickel.



En tenant compte de la disposition spatiale des aspects mégascopiques et microscopiques, de la paragenèse minérale et de la paragenèse des éléments, les auteurs considèrent que ces sulfures sont des dépôts hydrothermaux néogènes.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

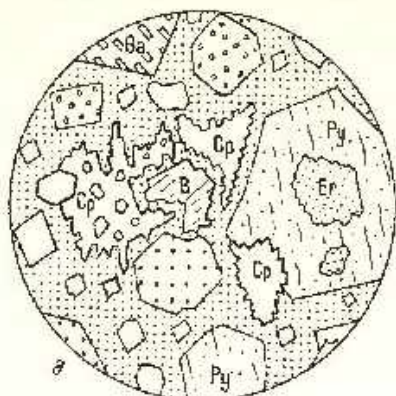
Carte géologique de la région Fărăoane. Coupes géologiques hypothétiques.

1, filons de sulfures; 2, roches affectées hydrothermalement; 3, roches gabbroïdes; 4, Carbonifère (faiblement métamorphisé); 5, série épimétamorphique: a, schistes chlorito-sériciteux \pm quartzitiques \pm feldspaths; b, roches porphyrogènes; c, calcaires cristallins, parfois dolomitiques; d, schistes chlorito-graphiteux et quartzites noirs; e, porphyroïde de Pietrosu; 6, série mésométamorphique: a, schistes et gneiss amphibolitiques; b, mica-schistes \pm grenats avec passages vers les paragneiss; 7, faille.

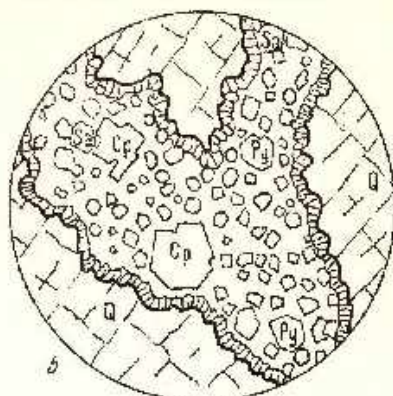
Planche II

Disposition des sulfures polymétalliques et relations entre les minéraux métalliques et la gangue.

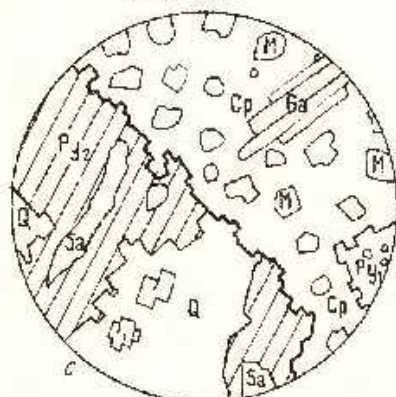
a, agrégat de sulfures en gangue de quartz. Py = pyrite; Cp = chalcopirite; B = blende; Ga = galène; Er = éritrine; b, petit filon de sulfures coïomorphes et cristallisées en gangue de silice amorphe à commencements de cristallisation. Py = pyrite; Cp = chalcopirite; Sa = silice amorphe; Q = quartz; c, contact entre pyrite et chalcopirite. Q = quartz; Cp = chalcopirite; M = malachite; Ga = galène; Sa = silice amorphe; Py₁ = pyrite de la première génération; Py₂ = pyrite de la seconde génération; d, agrégat de sulfures en gangue de quartz de la seconde génération. Py = pyrite; Cp = chalcopirite; B = blende; Q₁ = quartz de la première génération; Q₂ = quartz de la seconde génération; e, agrégat de chalcopirite à inclusions de blende. Cp = chalcopirite; B = blende; Q = quartz; f, agrégat de sulfures en gangue de quartz. Py = pyrite; Cp = chalcopirite; B = blende; Cz = calcosine.



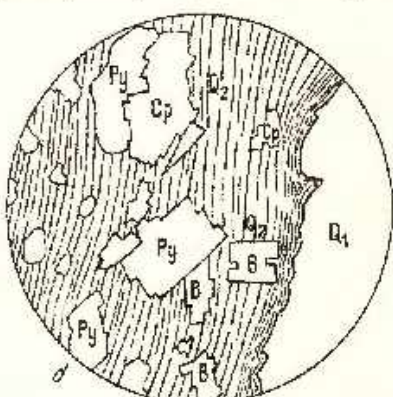
*Agregat de sulfuri în gangă de cuarț
Py-pirită; Cp-calcopirită; B-blendă; Ba-galenă
Fr-eritrină*



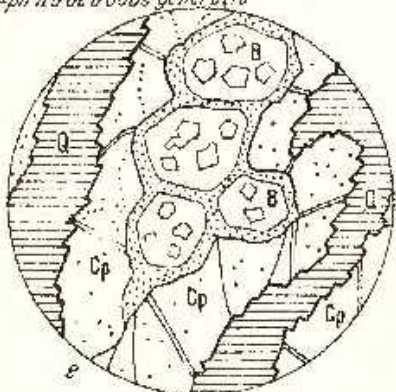
*Filonas de sulfuri coloromarfă și cristalizate în gangă
de silice amorfă cu începuturi de cristalizare
Py-pirită; Cp-calcopirită; Sa-silice amorfă; Q-cuarț*



*Contact între pirită și calcopirită
Q-cuarț; Cp-calcopirită; M-malechit; Ba-galenă
Sa-silice amorfă; P1-pirită de prima generație
P2-pirită de a doua generație*



*Agregat de sulfuri în gangă de cuarț de a doua
generație. Py-pirită; Cp-calcopirită; B-blendă; Q1-cuarț
din prima generație; Q2-cuarț din a doua generație*



*Agregat de calcopirită cu incluziuni de blendă
Cp-calcopirită; B-blendă; Q-cuarț*



*Agregat de sulfuri în gangă de cuarț
Py-pirită; Cp-calcopirită; B-blendă; Cx-calcocină*

2. ZĂCĂMINTE

CONSIDERAȚII ASUPRA UNOR ANOMALII GEOCHIMICE SEMNALATE ÎN ZONA VALEA VINULUI—MUNȚII RODNEI¹

DE

PETRE PROKSCH²

Abstract

Considerations on Some Geochemical Anomalies Pointed Out in the Valea Vinului-Rodna Mountains Zone. Regional geochemical prospectings have been carried out (1967) in the Anieșul Valley-Băilor Valley-Rodna Mts area. Owing to this research work informative geochemical anomalies were detected, which having been detailed in 1968, allowed to outline some quite peculiar anomalies for Ag, Au, Cu, Pb, Zn as regards their intensity. It is assumed that the geochemical anomalies are generated by the „gossan” of some polymetallic mineralizations.

Introducere. În anul 1967, am utilizat cu bune rezultate în cadrul cercetărilor geochimice din munții Rodnei, prospecțiunea geochimică regională, metodă mai nouă de investigare a unor suprafețe întinse.

Cu această ocazie a fost depistată o anomalie geochimică informativă de mare intensitate. Prin detalierea acestei anomalii în anul 1968, ne-am găsit în prezența unor rezultate deosebit de interesante; intensitatea anomaliei se ridică la conținuturi în sol, de ordinul procentelor pentru Pb, Zn și foarte mari pentru Cu, Ag, Au. De asemenea au fost găsite și conținuturi interesante pentru unele elemente minore: Mo, W, V, Sn, Sb, Cr, Ni, As, Mn.

În cele ce urmează vom arăta pe scurt cadrul geologic metodică lucrărilor, cât și rezultatele practice obținute.

¹ Comunicare în ședința din 17 martie 1969.

² Întreprinderea Geologică de Prospecțiuni, Cal. Grivăței nr. 64, București.



Date geologice generale. Suprafața prospectată geochimic în anii 1967-1968 se află situată pe versantul sudic al munților Rodnei, în raza localităților Anieș și Rodna Veche. Limita nordică a sectorului o formează un aliniament ce unește valea Anieșului prin vârful Saca (1704 m) cu Izvorul Roșu, la E limita perimetrului o constituie valca Băilor, la S Somesul Mare, iar la W valea Anieșului.

Munții Rodnei au cunoscut o activitate minieră din cele mai vechi timpuri, lucru semnalat chiar și în unele cronică.

Primele informații geologice asupra munților Rodnei ne parvin, însă, din prima jumătate a secolului XIX.

Dintre lucrările geologice apărute la începutul secolului nostru, se remarcă în mod deosebit monografia geologică a munților Rodnei publicată de Kräutner în anul 1938. În această lucrare, autorul este adeptul alcătuirii în pinză a munților Rodnei, afirmație mult controversată sau chiar contestată ulterior (Ghika-Budești, 1955; Focșa et al.³; Rădulescu et al.⁴).

Recent prin lucrări complexe (datări de vîrstă prin argumente paleontologice, litologice, geologie comparată) întreprinse la Institutul Geologic de către Marcela Dessila-Codarcea, Florentina Kräutner, Elena Mirăuță, H. G. Kräutner este reafirmată structura în pinză a munților Rodnei (Kräutner, 1968).

În ansamblul acestor cercetări rezultă că edificiul geologic regional este alcătuit din: roci cristaline, roci eruptive și roci sedimentare. Dintre acestea în sectorul dintre valea Anieșului și valea Băilor predomină rocile cristaline reprezentate atât prin formațiuni mezometamorfice atribuite seriei de Bretila, cît și prin formațiuni epimetamorfice atribuite seriei de Repedea. Rocile acestor două serii alcătuiesc parautohtonul. Peste aceste roci se dispun formațiunile epi-și mezometamorfice ale seriei de Robra, care alcătuiesc pinza de Rodna.

Se consideră că vîrsta formațiunilor din seria de Bretila este ante-Proterozoic superior (Dessila-Codarcea, 1967), situație ce este argumentată prin poziția inferioară față de formațiunile paleozoice ale seriei de Repedea. Petrografic, seria de Bretila este constituită din roci reprezen-

³ I. Focșa, Felicia Focșa, V. Ignat, Domnița Ignat. Raport geologic asupra prospecțiunilor geologice pentru minereuri nerferoase în sectorul văii Cormaia-valca Robra (Munții Rodnei). 1962. Arh. Com. Stat Geol. București.

⁴ I. Rădulescu, Ludmila Rădulescu, V. Ignat, I. Focșa, Felicia Focșa. Raport geologic preliminar. Cercetări geologice în munții Rodnei (Sinteză). 1963. Arh. Com. Stat Geol. București.



tate prin șisturi micacee, micașisturi, paragnaise, amfibolite, gnaise oculare și mai rar roci cuarțitice.

Scria de Repedea a fost atribuită Paleozoicului (Kräutner, 1968) pe baza argumentelor paleontologice și litologice aduse recent. Această serie este reprezentată prin șisturi sericito-cloritoase, șisturi verzi tufogene, cuarțite, șisturi grafitoase, șisturi cu cloritoid, calcare și dolomite.

Cît privește formațiunile pînzei de Rodna, se consideră cu argumente de geologie comparată că ar fi de vîrstă ante-Cambrian-, „post Bretila”. În partea inferioară a acestor formațiuni predomină calcare și amfibolite în timp ce partea superioară este constituită din micașisturi, fapt ce a permis separarea lor în complexe stratigrafice: complexul calcarelor și al amfibolitelor alcătuit dintr-o alternanță de calcare albe marmoreene, cu amfibolite și micașisturi; și complexul micașisturilor de diverse varietăți.

Rocile eruptive sînt reprezentate prin andezite neogene cu amfiboli sau andezite porfirice cu biotit și amfiboli. Aceste roci se întîlnesc pe interfluviul dintre valea Anieșului și valea Băilor, din partea de S a perimetrului — în vîrfurile Fîntînele, pîriul Ulmului, pîriul Tomnatecului și pînă în Valea Vinului, în partea de E a perimetrului.

Rocile sedimentare ocupă o suprafață cu totul restrînsă, în partea de S a regiunii și aparțin în cea mai mare parte Eocenului și subordonat Oligocenului și Cuaternarului. Ele sînt reprezentate prin conglomerate, gresii, marne, aluviuni ce pot fi urmărite pe cursul inferior al văii Anieșului, cît și pe valea Someșului Mare.

Scurtă prezentare a mineralizațiilor din regiune. Pe cursul superior al văii Băilor, la Valea Vinului se cunoaște încă din secolul XIII, un zăcămint de sulfuri metalice. Amintim însă și prezența urmelor unui drum roman pe valea Someșului, care indică probabil preocupări miniere și mai vechi.

Din datele literaturii geologice rezultă că acest zăcămint a constituit obiectul unor lucrări miniere în vederea extragerii mineralizațiilor de galenă, blendă și pirită. Mineralizația, care este alcătuită preponderent din pirită compactă, blendă, galenă și cu o gangă formată din cuarț, calcit, baritină, apare de obicei sub forma unor corpuri lenticulare. Aceste corpuri sînt cantonate în calcare, la contactul eruptivului cu cristalinul, la limita șisturilor cu calcarele, cît și în brechiile andezitice. Exploatarea mineralizațiilor s-a făcut urmărindu-se vechile lucrări miniere, din care cauză rețeaua de galerii este foarte haotică și complicată. În prezent la Valea Vinului se cunosc 12 corpuri de minereu, în parte exploatate sau în curs de

exploatare, iar activitatea minieră s-a concentrat doar în zona Valea Vinului, Cobășel, la E de valea Băilor.

În privința genezei mineralizațiilor se admite că acestea au o origine hidrotermală (epi-mezotermală) în legătură cu prezența andezitelor neogene cu amfiboli.

Din punct de vedere tectonic, regiunea prezintă o serie de falii de orientare generală NE-SW, zăcămintul fiind însă afectat și de un complex de fracturi WNW-ESE.

În afara acestei zone cu mineralizații aflate la E de valea Băilor, au mai fost semnalate și alte iviri de mineralizații înspre W, pe cursul mediu și superior al văii Anieșului. Așa de exemplu, se cunosc o serie de apariții de sulfuri metalice semnalate în cursul lucrărilor de prospectare geologică, pe valea Ursului, izvorul Cepilor, valea Secii, izvorul Popii etc.

Pentru completarea acestor lucrări, Comitetul de Stat al Geologiei a dispus executarea în munții Rodnei și a prospecțiunilor geochimice.

Rezultatele prospecțiunilor geochimice. Lucrările de prospectare geochimică în sectorul valea Anieșului, valea Băilor au cuprins două etape caracterizate prin grade diferite de detaliere.

În prima etapă am utilizat metoda de prospectare geochimică regională, metodă ce permite investigarea informativă a unor suprafețe întinse. Lucrările de prospectare geochimică regională executate în anul 1967, au acoperit o suprafață de aproximativ 45 km². Metoda de lucru a constat în urmărirea principalelor creste din zonă de pe care s-au recoltat sistematic la 20-30 m probe de sol și rocă. Totodată pe rețeaua hidrografică au fost executate analize hidrogeochimice combinate cu recoltarea de probe de aluviuni, cât și de probe de sol din versanții cursurilor de apă. Această metodă de investigare a dat rezultate interesante. Pe lângă o serie de anomalii, în soluri și ape, anomalii de intensitate redusă (virful Fintănele, virful Păltiniș, dealul Fața Săcii etc.) a fost depistată și o anomalie informativă de foarte mare intensitate pe creasta dealul Popii — înălțime la SE de virful Saca și cuprinsă între valea Săcii la SW și valea Izvorul Roșu la NE. Rezultatele acestei prospecțiuni informative au arătat în acest sector conținuturi foarte mari de Cu, Pb, Zn, Ag (vezi fig.). Astfel pe cca 800 m lungime s-a conturat o anomalie în sol cu conținuturi de pînă la 400 p.p.m. Cu, peste 5000 p.p.m. Zn și Pb și mai mult de 100 p.p.m. Ag. Aceste valori sînt destul de rar întîlnite în practica prospecțiunii geochimice.

Etapă a doua de prospectare a fost executată în anul 1968, și reprezintă un stadiu de prospectare mai amănunțit. Au fost executate profile



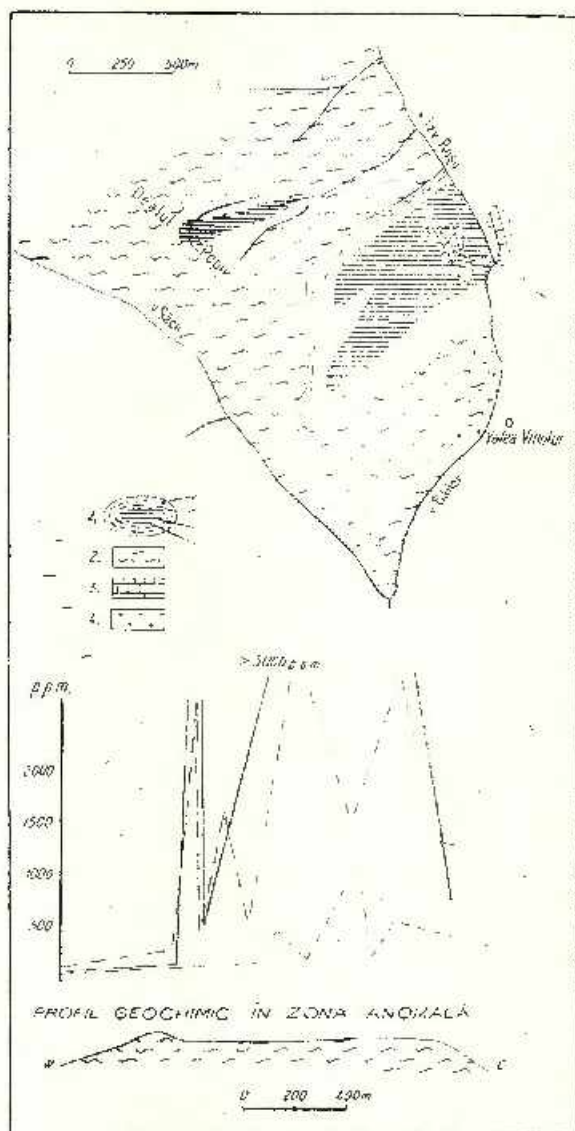
de detaliu cu echi-distanța de 40 m și orientate aproximativ E-W, adică perpendicular pe structura geologică. Cu această ocazie s-a obținut o imagine mai clară a anomaliilor. Rezultatele analizelor chimice au indicat

Schița amplasării anomaliilor geo-chimice din dealul Popii-Valca Vinului (munții Rodnei).

1 a, anomalie pentru Pb; b, anomalie pentru Ag; c, anomalie pentru Zn; d, anomalie pentru Cu; 2, șisturi cristaline; 3, calcare cristaline; 4, andezite neogene.

Schéma de l'emplacement de l'anomalie géochimique de la colline Popii-Vallée Vinului (monts Rodnei).

1 a, anomalie pour Pb; b, anomalie pour Ag; c, anomalie pour Zn; d, anomalie pour Cu; 2, schistes cristallins; 3, calcaires cristallins; 4, andésites néogènes.



conținuturi neobișnuit de mari în sol, acestea ajungând până la ordinul procentelor pentru Pb și Zn și foarte mari pentru Cu, Ag. În zonele în care au fost obținute rezultate mari pentru Ag, au fost executate și analize

chimice pentru Au. Au fost găsite conținuturi de ordinul gramelor Au la tonă în sol, fapt întâlnit foarte rar în prospecțiunea geochemică.

Anomalia în ansamblu are dimensiuni de cca 1200 m/800 m, fiind dispusă pe versantul estic al dealului Popii. Contrastul anomaliei, față de fondul regional este net. Conținuturile de Pb, Zn, Ag, Cu sînt în zona anomaliei de zeci sau sute de ori mai mari decît acest fond. Astfel față de un fond regional al Cu de cca 15—20 p.p.m. în zona anomaliei conținuturile urcă pînă la 900 p.p.m. Valorile anormale sînt conținuturile mai mari decît pragul geochemic calculat prin metode statistico-matematice. În cazul Cu, acest prag este egal cu 40 p.p.m.

Conținuturile în Pb prezintă un contrast și mai edificator. Față de un fond geochemic de cca 20 p.p.m. am considerat valorile mai mari de 80 p.p.m. ca fiind anormale. În aceste condiții anomalia se întinde de pe versantul stîng al văii Săcii, pînă în valea Izvorul Roșu, avînd o lungime de cca 1200 m și o lățime de peste 800 m. În cadrul acestei anomalii, conținuturile oscilează pe mari suprafețe, în jurul valorii de 1000 p.p.m. ajungînd în mod excepțional la valori de procente. Din această cauză nu s-au putut delimita zone de conținut mai ridicat, care să fie folosite preferențial în amplasarea ulterioară de lucrări de explorare.

Remarcăm același lucru și în cazul distribuției zincului. Valorile cu caracter anomal, mai mari de 100 p.p.m. Zn și față de un fond geochemic regional de 60 p.p.m., ajung în cadrul anomaliei pînă la valori de procente, menținîndu-se pe mari suprafețe la un nivel de peste 500-600 p.p.m. Zn. Anomalia se suprapune aproape perfect peste anomaliile de Pb și Zn.

Analizele chimice pentru Ag au indicat de asemenea o anomalie de intensitate foarte mare comparativ cu cele ce se întîlnesc de obicei pentru acest element. Conținuturile găsite se ridică la peste 300 p.p.m. Ag, față de pragul geochemic de 1 p.p.m. și față de fondul geochemic de aproximativ 0,4 p.p.m. Ag. Anomalia de Ag urmează fidel conturul anomaliilor celorlalte elemente. Este de menționat faptul că toate aceste anomalii, care în mare se suprapun, rămîn deschise în partea de E, pe versantul pîrului Izvorul Roșu. Există astfel posibilitatea continuării lor și în afara zonei prospectate. Însă pe versantul stîng al pîrului Izvorul Roșu, chiar pe direcția acestei ipotetice continuări a anomaliilor geochemice există o veche galerie — Maria Hilf — cit și o lucrare nouă — galeria Izvorul Roșu. În aceste lucrări s-au prins mineralizații complexe slabe ce impregnează un banc de calcare cristaline, ce cade spre NW, deci sub perimetrul nostru. Menționăm că în zona acestor lucrări am executat un profil geochemic informativ care a indicat conținuturi mici în sol pentru elementele arătate.

Acest lucru, cît și faptul că mineralizațiile interceptate în lucrările miniere sînt slabe ne fac să presupunem că în zona pîriului Izvorul Roșu ne aflăm pe o linie de fractură de-a lungul căreia s-a produs bascularea blocurilor. Putem presupune că anomalia geochimică este dispusă pe blocul care s-a ridicat și care prin croziune ne pune în prezența mineralizațiilor.

La NW de anomalia principală, spre virful Saca, a mai fost conturată o zonă anomală de cca 300 m/600 m de intensitate ceva mai redusă. Conținuturile anormale au fost depistate pentru Cu, Pb și mai puțin pentru Zn, fără a se înregistra conținuturi anormale pentru Ag. În această zonă, la izvoarele pîriului Scărișoara Mică, am identificat în blocuri șisturi cuarțitice și calcare cristaline impregnate cu pirită și calcopirită. Analizele chimice au indicat peste 300 p.p.m. Cu. Lucrările viitoare vor arăta în ce măsură este posibilă existența unor mineralizații importante în această zonă.

În privința elementelor minore, analizele spectrale informative au indicat conținuturi interesante. Astfel au fost găsite conținuturi în sol de pînă la 55 p.p.m. Sn, 12 p.p.m. Mo, 120 p.p.m. Cr, 120 p.p.m. V, 70 p.p.m. Ni, 3000 p.p.m. Mn, 3000 p.p.m. As, 400 p.p.m. Sb. În eșantioanele recoltate în substrat, pe lângă elementele minore găsite în sol, au mai fost identificate peste 450 p.p.m. W, 150 p.p.m. B, 12 p.p.m. Ge.

Este de remarcant faptul că în sol nu apare W, B, Ge, pe cînd în substrat nu întîlnim în aceleași cantități ca în sol Cr, V, Ni. Este vorba probabil de fixarea preferențială a microelementelor de către plante în pătura de sol (H a w k e s , W e e b , 1962). Totodată conținuturile mari de As, Sb identificate indică cert că este vorba de o mineralizație de sulfuri.

Concomitent cu executarea prospecțiunilor geochimice au fost executate și sumare cercetări geologice. Cu această ocazie au fost semnalate, chiar în cadrul anomaliilor geochimice principale, unele deschideri naturale ce prezintă urme de activitate minieră. Apariția unor forme caracteristice, este vorba de stalactite, stalagmite masive, cît și a unei faune cavernicole, ne permite să afirmăm că ar fi vorba despre niște peșteri care pot fi de altfel și galerii de o vechime foarte mare. Una din aceste excavații are peste 200 m lungime, cu o direcție aproximativă 75°E și o ușoară cădere spre pîriul Izvorul Roșu, la cca 40 m sub anomalia geochimică depistată în sol. Informațiile culese, destul de reduse, arată că aceste deschideri au fost folosite ca o cale naturală de acces la unele acumulări de mineralizații auro-argentifere. Eșantioanele recoltate aici indică într-adevăr conținuturi mari de Ag, Pb, Zn, Au (Ag pînă la 1000 p.p.m. Pb, Zn de ordinul procentelor, Au g/l). În afara acestor deschideri, pe creasta



dealul Popii, mai apar unele excavații mai mici, dar în care se pot recunoaște destul de greu lucrări miniere datorită vechimii lor, cât și terenului foarte acoperit.

Recapitalînd rezultatele prospecțiunilor geochimice considerăm că ele pledează în favoarea presupunerii, că anomaliile geochimice corespund cu existența unor acumulări de mineralizații de sulfuri metalice. În acest sens argumentează atât conținuturile deosebit de mari, găsite în sol pentru elementele cercetate, cât și faptul că anomaliile geochimice ale fiecărui element în parte se suprapun în ansamblu.

Considerăm că în sectorul anomaliilor geochimice de pe versantul de NE al dealului Popii, ne găsim în zona de oxidare „pălăria de fier” a unei mineralizații dispuse probabil sub formă de lentilă, mod caracteristic de apariție în această regiune a mineralizațiilor. Nu cunoaștem însă grosimea pe care se pot dezvolta aceste mineralizații. Urmează ca lucrările ulterioare să dea răspuns la aceste probleme.

Considerăm că în condițiile unor zăcăminte cu moduri de apariție (corpuri, lentile) greu de urmărit prin mijloace obișnuite, metodele geochimice sînt foarte indicate, atât prin posibilitățile lor, cât și prin costul redus al lucrărilor.

În lumina datelor arătate, se remarcă în mod deosebit aportul eficient pe care îl poate aduce prospecțiunea geochimică regională în investigarea unor suprafețe întinse.

BIBLIOGRAFIE

- Codarcea-Dessila Marcela (1967) Noi date asupra stratigrafiei terenurilor cristalofiliene din România. *Stud. cerc. geol. geof. geogr. seria geol.* 12, 1, București.
- Ghika-Budești Șt. (1955) Structura Muntelui Carățelu în Masivul Rodnei. *D. S. Com. Geol.* XXXIX, București.
- Hawkes H. E., Weeb J. S. (1962) *Geochemistry in Mineral Exploration. Harper's Geoscience series.* New York.
- Kräutner Th. (1938) Das Kristalline Massiv von Rodna (Ostkarpathen). *An. Inst. Geol. Rom.* XIX, București.
- Kräutner H. G. (1968) Vederi noi asupra masivului cristalin al Rodnei. *Stud. cerc. geol. geof. geogr. seria geol.* 13/2, București.



CONSIDÉRATIONES SUR CERTAINES ANOMALIES GÉOCHIMIQUES SIGNALÉES DANS LA VALLÉE VINULUI — MONTS RODNEI

(Résumé)

En 1967, l'auteur a utilisé dans les monts Rodnei la prospection géochimique régionale, une nouvelle méthode d'investigation informative des surfaces larges. On a prospecté de telle façon une surface de plus de 15 km², comprise entre la vallée de l'Anleș et la vallée Băilor.

La méthode de travail a consisté dans la récolte systématique d'échantillons de sol et de roche de divers points emplacements entre 20 et 30 m de distance sur les principales crêtes montagneuses. En même temps on a exécuté des analyses hydrogéochimiques du réseau hydrographique de la zone étudiée, combinées avec la récolte d'alluvions et d'échantillons de sol des versants des courants d'eau. À la suite de ces prospections on a décelé toute une série d'anomalies géochimiques informatives, parmi lesquelles celles de la colline Popii-vallée Vinului ont suscité le plus grand intérêt par leur très grande intensité.

En faisant une analyse détaillée de ces anomalies, on a obtenu en 1968 des résultats très intéressants: les analyses chimiques ont indiqué en sol des teneurs particulièrement grandes en Cu, Pb, Zn, Ag, Au, ainsi qu'en certains éléments mineurs. On a établi de telle façon, sur environ 1 km² le contour d'une anomalie géochimique d'une très grande intensité.

En comparant les résultats des prospections géochimiques et les observations géologiques, l'auteur arrive à conclure que l'anomalie géochimique correspond probablement à la zone d'oxydation de certaines minéralisations polymétalliques.

On souligne, comme une conclusion finale, l'importance de la prospection géochimique régionale, méthode qui permet l'investigation de certaines surfaces larges à un prix de revient très réduit.



2. ZĂCĂMINTE

IVIRILE DE MINEREURI MANGANIFERE METAMORFOZATE DIN BAZINUL VĂII BORCA (MUNȚII BISTRIȚEI)¹

DE

LOZANA ZLATAROVA-ȚOP², MIRCEA MUREȘAN³

Abstract

Occurrences of Metamorphosed Manganese-Bearing Ore Deposits in the Borca Valley Basin (Bistrița Mountains). Occurrences of manganese-bearing rocks intercalated in the Arșița complex of black quartzites with manganese are constituted of a rhodonite-rhodocrosite rich primary ore deposit, which occurs under the shape of lens and lenticular beds (50 - 120 m in length, 0,5-4 m in thickness) associated with graphitic black quartzites. The chemical composition of the ore deposit is relatively nonhomogeneous due to the banding of the ore deposit caused by alternating beds with various mineralogical composition. Metamorphosed manganese ore deposits are of a volcanogeneo-sedimentary origin and are genetically linked to the acid premetamorphic magmatic phase.

Ivirile de roci manganifere ce constituie obiectul lucrării de față apar în formațiunile metamorfice din partea superioară a bazinului văii Borca, afluent drept al Bistriței, la oca 15 km sud de Broșteni.

Studii geologice cu caracter general asupra regiunii au fost efectuate de către Cădere (1903), Buțureanu (1908, 1911, 1916), Pascu (1926), Șevul (1938). Cercetări detaliate au fost întreprinse de către Rădulescu, Ciofliea⁴; Ciornei, Hurduzen⁵; Țop, Țop⁶.

¹ Comunicare în ședința din 21 februarie 1969.

² Întreprinderea Geologică de Explorări. B-dul N. Bălcescu nr. 26, București.

³ Institutul Geologic. Șos. Kiseleff nr. 55, București.

⁴ D. Rădulescu, G. Ciofliea. Cercetări geologice executate în regiunea văii Borca (reg. Bacău). 1955. Arh. Com. Stat. Geol. București.

D. Rădulescu, G. Ciofliea. Raport privind lucrările geologice executate în anul 1956 în bazinul superior al văii Borca (reg. Bacău). 1956. Arh. Com. Stat. Geol. București.

⁵ P. Ciornei, C. Hurduzen. Raport asupra prospecțiunilor geologice în cursul mijlociu superior al văii Borca. 1967. Arh. Com. Stat. Geol. București.

⁶ V. Țop, Lozana Țop. Raport geologic asupra lucrărilor de prospecțiuni și explorări miniere executate în șantierul Borca. 1959. Arh. Com. Stat. Geol. București.



I. Date generale asupra geologiei regiunii

Regiunea luată în considerare este amplasată în zona cristalino-mezozoică a Carpaților Orientali și anume în partea de sud a munților Bistriței.

În alcătuirea geologică a bazinului văii Borca iau parte formațiuni cristaline și eruptive (pl. I); primele au cea mai mare răspindire și aparțin seriei de Tulgheș, care în vest vin în contact tectonic cu dyke-ul porfiroidelor de Pietrosu, de-a lungul unei importante falii direcționale (pusă în evidență mai la nord, de Codarcea et al., 1964).

Șisturile cristaline ale seriei de Tulgheș sînt alcătuite din roci terigene (șisturi sericito-cloritoase \pm cuarțoase \pm biotit — cele mai răspindite, cuarțite negre, șisturi grafitoase, cuarțite albe), metatufuri acide (din grupa porfirogenelor), roci magmatogene bazice (șisturi cloritoase cu albit, șisturi amfibolice cu epidot și zoizit), roci carbonatice (calcare și șisturi calcaroase). Ivrile primare de minereuri manganifere, reprezentînd ele însele șisturi cristaline, sînt asociate anumitor nivele de cuarțite negre grafitoase.

Din punct de vedere stratigrafic, în zona cuprinsă în harta noastră, s-au deosebit trei complexe paralelizabile cu cele determinate în zona Fundul Moldovei-Cirlibaba de către Bercia et al., 1967¹.

În partea inferioară cunoscută se situează complexul vulcanogen, inferior, alcătuit din roci terigene (de tipul celor menționate mai sus), în care se intercalează metatufuri acide și subordonat calcare și șisturi amfibolice tufogene. Grosimea cunoscută a pachetului descris depășește 1500 m.

Peste complexul vulcanogen inferior se dispune normal complexul cuarțitelor negre cu mangan (de Arșița), a cărei caracteristică principală este alternanța de șisturi terigene (adesea grafitoase) cu cuarțite negre grafitoase, de care se leagă minereurile metamorfozate manganifere din regiune. În cadrul complexului mai apar sporadic lentile de calcare, șisturi calcaroase și roci amfibolice tufogene.

¹ I. Bercia, Elvira Bercia, H. Kräutner, M. Mureșan, Georgeta Mureșan. Studii stratigrafice și structurale asupra formațiunilor metamorfice din zona Iacobeni și din zona Negoescu-V. Repede. a, zona Pojorta-Iacobeni-Ciocănești (Carpații Orientali), 1967. *Arch. Com. Stat. Geol. București*.

În lucrarea de față se utilizează denumirile complexelor adoptate în acest raport.



Limita inferioară a complexului este constant marcată de un nivel de cuarțite negre care s-a putut urmări din versantul drept al Pîrîului cel Mare prin valea Borea, pînă dincolo de valea Boreuța. În acest nivel de cuarțite negre sînt cantonate principalele iviri manganifere din bazinul văii Borea. Partea superioară a complexului este limitată de asemenea de un nivel constant de cuarțite negre care, în partea superioară a Pîrîului Argintăriei, are intercalații de minereuri manganifere menționate de Rădulescu, Cioflică⁸. Grosimea ansamblului manganifer atinge 700-800 m.

Succesiunea stratigrafică cunoscută a formațiunilor epimetamorfice din regiune se încheie cu complexul vulcanogen mediu (peste 600 m grosime), caracterizat prin predominanța rocilor terigene în care se intercalează rar calcare și melatufuri acide.

În regiune formațiunile epimetamorfice constituie în principal o stivă monoclinală orientată NNW-SSE și care înclină în ansamblu către WSW cu cea 50-60° (pl. I).

Rocile eruptive postmetamorfice străbat formațiunile cristaline sub forma unor mici filoane de lamprofiro (kersantite) și diabaze (Cădere, 1903)⁹.

În partea sudică a regiunii am putut pune în evidență două falii — decroșări transversale de tip „ac”. Ambele dislocații sînt mai noi decît falia direcțională care mărginește la est dyke-ul porfiroidelor de Pietrosu. Judecînd după faptul că la nord de regiunea noastră complexul cuarțitelor negre cu minereuri manganifere, în zona de la sud de Broșteni (unde înclină tot spre E), intră semioblic în linia de șariaj a formațiunilor cristaline peste flișul cretacic, este de presupus că acest complex este decroșat puternic înspre WSW de o falie transversală, fapt ce a făcut posibilă reapariția complexului în bazinul văii Borea în regiunea studiată. Această falie importantă, situată probabil la nord de valea Boreuța reprezintă cea mai veche dislocație din regiune, întrucît ea nu deplasează falia de la estul dyke-ului porfiroidului de Pietrosu și nici linia alpină de șariaj a formațiunilor cristaline peste depozitele cretacice. Sensul de decroșare aparent al acestei falii este același ca și al celor două falii menționate în partea superioară a văii Borea: compartimentul sudic este împins înspre vest.

⁸ *Op. cit.* pct. 4.

⁹ *Op. cit.* pct. 4, 5.

II. Ivirile de roci manganifere

Acumulările de minereuri de mangan, legate de unele cuarțite negre din bazinul văii Borca, au fost menționate de către B u ț u r e a n u (1908-1911) și S a v u l (1938), cercetarea lor detaliată revenind lui R ă d u l e s c u, C i o f l i c a¹⁰ care localizează pentru prima dată principalele zone manganifere pe o hartă petrografică detaliată (scara 1 : 20.000) a regiunii și care determină alcătuiră mineralogică principală a minereului. Cercetările sînt continuate în 1957 de către C i o r n e i, H u r d u z e u¹¹, care au făcut ridicări geologice la scara 1 : 5.000 și au amplasat primele lucrări miniere ușoare, pe zonele manganifere menționate de R ă d u l e s c u, C i o f l i c a, precum și pe aflorimente noi. Autorii menționați prezintă pentru prima dată 12 analize chimice parțiale ale minereului de mangan (analize utilizate și de noi); autorii fac și descrieri mineralogice atît ale rocilor metamorfice din zona cercetată cît și ale minereului. Ca urmare a unor rezultate pozitive obținute prin lucrările propuse de către cercetătorii amintiți, în 1959, în cadrul I.S.E.M.-ului se efectuează o serie de puțuri, șanțuri și dezveliri în vederea conturării cît mai precise a lentilelor de minereu de mangan și determinării posibilităților de extindere a acestora în regiune. Cu această ocazie Ț o p, Ț o p au urmărit cartarea acestor lucrări și au ridicat o hartă geologică detaliată la scara 1 : 5.000. În raportul întocmit s-au prezentat și 24 analize chimice de minereu.

A) *Descriere geologică*

Zăcămintele de mangan din regiune se localizează într-un singur complex care împreună cu celelalte două complexe menționate fac parte din seria de Tulgheș (sedimentogen-vulcanogenă acidă).

Principalele iviri de roci manganifere din valea Borca se amplasează stratigrafic în nivelul inferior de cuarțite negre ce marchează partea bazală a complexului cuarțitelor negre cu mangan (de Arșița). La un orizont stratigrafic ceva mai ridicat se amplasează ivirile neînsemnate de minereu legate de cuarțitele negre ce apar în versanții văii Borca, în aval de Pîrîul Cheii, în versantul drept al acestuia și pe Jgheabul Gavrilenilor. În sfîrșit, ivirile superioare stratigrafic de minereuri manganifere cunoscute pînă acum în regiune, sînt cele din partea superioară a Pîrîului Argintăriei, localizate

¹⁰ *Op. cit.* pct. 4.

¹¹ *Op. cit.* pct. 5.



intr-un important nivel de cuarțite negre, deasupra cărora se situează limita superioară a complexului purtător de mangan.

În lucrare ne vom ocupa numai de lentilele manganifere situate în partea bazală a complexului (pl. II) care de altfel au fost urmărite prin lucrări miniere de suprafață (șanțuri, dezveliri și puțuri) și din care provin cele 36 de analize chimice de care dispunem.

În funcție de amplasarea lor, ivirile de roci manganifere din acest nivel se grupează în patru sectoare :

1. **S e c t o r u l I** cuprinde stratele discontinue și lentilele de minereu care apar în versantul stîng și drept al văii Borca, în dreptul confluenței cu Pîrîul cel Mare. Minereul se urmărește pe direcție pînă la cca 120 m de această confluență, în versantul stîng al Pîrîului cel Mare. Corpurile manganifere sînt localizate în general în cuarțite negre grafitoase. Zona cu lentile de roci manganifere ce atinge aproximativ 15 m grosime este alcătuită din 2-5 intercalații de minereu manganifer propriu-zis, groase de 1-2 m, separate prin bancuri de cuarțite negre și șisturi cuarțitice sericitoase. Toată alternanța este concordantă cu șistozitatea de stratificație a rocilor înconjurătoare. Minereul primar este alcătuit în principal din silicați și carbonați de mangan, în care se observă uneori și benzi de pirită și sporadic calcopirită (versantul stîng al văii Borca). În acest sector s-a dezvoltat și o puternică „pălărie de fier” alcătuită din oxizi și hidroxizi de mangan și fier.

2. **S e c t o r u l II** se situează în versantul stîng al Pîrîului cel Mare, la cca 600 m amonte de confluența acestuia cu valea Borca și la aproximativ 150 m diferență de nivel față de acesta. Minereul constituie un strat lenticular, cu grosimi ce variază de la 0,50-4,00 m și cu o lungime de cca 50 m, asociat cu cuarțite negre grafitoase și uneori cu calcare albe, alteori cenușii ; și aici minereul primar a trecut în apropierea suprafeței în oxizi și hidroxizi de fier și mangan.

3. **S e c t o r u l III** cuprinde ivirile de roci manganifere din partea stîngă a cursului principal al Pîrîului cel Mare, ce se grupează sub forma a două zone cu o lungime totală de cca 200 m.

Zona nordică (sectorul III nord) este alcătuită din trei strate de minereu — grosimea corpurilor variază între 1 și 1,50 m. Aici, nivelul de cuarțite negre cuprinde, în afară de corpurile manganifere, bancuri și intercalații de șisturi sericito-cloritoase, cuarțite și calcare. Stratul manganifer superior este mai important, fiind urmărit pe cca 75 m.

În zona sudică (sectorul III sud) apare un strat de minereu manganifer, urmărit atît pe direcție cît și pe înclinare pe cca 80 m, gros de 1-2 m ;

este cantonat în cuarțite negre în care mai apar intercalații subțiri de sisturi cuarțito-sericitoase. Acest strat manganifer apare la același nivel stratigrafic în care se localizează și corpul superior din sectorul III nord. Cu toate acestea cele două corpuri nu se leagă direct, între ele situându-se o zonă de efilare a minereului de mangan.

Minereurile manganifere din ambele zone ale sectorului III au fost supuse de asemenea alterației superficiale.

4. Sectorul IV se situează în versantul stâng al văii Borca, la oca 100 m de vale și la aproximativ 250 m amonte de confluența cu Pârâul Borcutului din Față, unde apare o lentilă de minereu, grosă de 1,50 m, localizată în cuarțite negre. Grosimea mare a depozitelor deluviale din această zonă nu a permis urmărirea pe direcție a acestei iviri.

B) Caracteristici mineralogice

În bazinul văii Borca, minereul primar este alcătuit în principal din rodonit și rodocrozit în proporții variabile, suma lor oscilând de obicei între 60 și 80 %; (de obicei predomină rodonitul), la care se adaugă cantități variabile, uneori apreciable, de calcit, pirită, cuarț și apatit; sporadic apar și alte minerale manganifere (olivină manganiferă, piroxmanșit, dannemorit, azbest manganifer, granat manganifer) și clorit (tab.1).

TABELUL 1

Compoziția mineralogică principală a minereurilor manganifere primare din valea Borca

Nr. crt.	Minerale	%	Nr. crt.	Minerale	%
1	Rodonit	20-80	7	Olivină manganiferă	0-2
2	Rodocrozit	5-60	8	Piroxmanșit	
3	Calcit	0-45	9	Dannemorit	
4	Pirită	1-20	10	Azbest manganifer	
5	Cuarț	1-25	11	Granat manganifer	
6	Apatit	0,5-6	12	Clorit	

Sub microscop se constată o strînsă asociație între rodocrozit, sub formă de benzi și plaje microgranulare (de obicei ochigranulare) și rodonit, reprezentat prin cristale și agregate mai larg dezvoltate.

Calcitul și cuarțul apar în masa carbonaților și silicaților de mangan ca granule sau vinișoare (mobilizări hidrotermal-metamorfice), dispuse în general neorientat. Uneori cuarțul constituie benzi cu structură fin mozaicată, ce sugerează prezența unor geluri recristalizate. Pirită, frecventă

în minereu, este de obicei alotriomorfă, și constituie granule izolate sau (rar) cuiburi și benzi subțiri (sub 1 cm). Restul mineralelor manganifere (tab. 1) constituie indivizi alotriomorfi și hipidiomorfi izolați, și mai rar agregate.

În zona „pălării de fier” se observă cum minereul primar într-o primă fază se oxidează pe fisuri, de unde procesele de oxidare se extind treptat în toată masa acestuia. Finalmente rezultă un agregat pământos, uneori spongios, de oxizi și hidroxizi de fier și mangan, în care se mai observă rețcana filonajelor de cuarț care au rezistat alterării.

C) Caracteristici geochemice

Asupra minereului din valea Borca posedăm 36 analize chimice (dintre care 12 analize, numerotate de la 720 la 737, au fost prezentate de Ciornei, Hurduzeu)¹² care permit obținerea unor concluzii de ordin geochemic asupra acestor minereuri.

Privite în ansamblu, datele analitice arată clar largă variație a diverșilor componenți analizați în rocile cu mangan, datorată faptului că acestea nu au o alcătuire omogenă, frecvent observându-se rubanări și alternanțe de strate subțiri mineralogic diferite. Aceasta este de altfel o caracteristică generală a minereurilor manganifere metamorfozate din țara noastră (Savul, Ianovici, 1957, 1958).

Din cercetarea analizelor minereurilor manganifere din valea Borca (tab. 2) rezultă următoarea variație pentru principalii componenți chimici ai acestora: 13,73-42,97% SiO₂; 8,89-59,39% FeO; 8,05-32,05% MnO; 0,86-26,63% CaO; 0,03-9,80% S; urme-2,60% P₂O₅; 2,08-30,14% CO₂.

Mediile aritmetice calculate (nu s-au luat în considerare valorile accidentale prea mici sau prea mari) pentru principalii componenți chimici sînt: 29,60% SiO₂; 15,76% FeO; 21,40% MnO; 7,66% CaO; 1,09% S; 0,90% P₂O₅; 1,62% CO₂; suma mediilor aritmetice menționate este de 88,03% din minereu¹³.

Pe baza datelor analitice de care dispunem s-au alcătuit curbe de frecvență pentru componenții principali (fig. 1). Cu excepția curbei pentru CO₂, pentru ceilalți componenți s-au obținut curbe de frecvență accentuat asimetriche, la care brațul drept este de obicei mai lin ca cel stîng, iar

¹² *Op. cit.* pct. 5.

¹³ La discutarea componenților chimici principali ai minereurilor din valea Borca nu ne vom mai referi la limitele de variație ale acestora și la mediile lor aritmetice, ele fiind redade în rândurile de mai sus.



TABELUL 2
Compoziția chimică principală a minereurilor manganifere din valea Borcea

Nr. probei	Elementele analizate											Analist
	SiO ₂	FeO	MnO	CaO	S	P ₂ O ₅	H ₂ O-105°C	CO ₂	FuO: MnO			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	
1	25,20	12,01	27,06	10,10	1,37	0,35	2,90	13,80	0,44	Georgeta Nedeleu		
2	19,30	18,14	24,40	8,80	1,00	1,40	1,30	12,40	0,71	Georgeta Nedeleu		
3	26,28	16,14	22,52	8,82	1,66	0,71	3,30	12,55	0,71	Micara Gloter		
4	23,80	17,09	14,40	14,60	4,70	0,80	3,50	10,70	1,18	Georgeta Nedeleu		
5	25,24	19,91	13,39	15,00	2,36	1,45	3,46	10,24	1,48	Mioara Gloter		
6	23,60	15,90	30,61	4,39	1,62	0,97	2,81	11,46	0,52	Olimpia Lăzărescu		
7	16,39	10,18	13,48	25,37	3,86	0,75	2,30	18,02	0,75	Olimpia Lăzărescu		
8	28,03	9,10	9,05	23,39	0,85	0,37	2,50	21,70	1,00	Olimpia Lăzărescu		
9	23,06	9,88	8,58	26,63	1,35	0,43	3,05	22,31	1,16	Eliza Oiaga		
10	32,08	12,00	18,52	8,50	0,96	0,49	2,21	15,37	0,64	Olimpia Lăzărescu		
11	29,20	11,52	22,46	10,45	0,73	0,47	3,70	15,15	0,31	Eliza Oiaga		
12	21,14	14,31	11,23	19,50	3,32	0,90	4,18	17,43	1,27	Eliza Oiaga		
13	38,72	14,16	8,05	11,75	2,95	0,99	2,50	9,94	1,75	Simina Bunea		
14	32,60	16,14	13,81	8,96	1,82	1,06	3,70	9,90	1,16	Mioara Gloter		
15	23,87	27,24	8,71	9,76	9,80	2,60	2,60	9,90	3,12	Simina Bunea		
16	39,30	19,16	16,26	3,18	3,69	0,31	2,10	6,38	1,17	Simina Bunea		
17	30,93	14,65	31,65	4,16	0,59	0,59	3,08	7,00	0,46	Georgeta Nedeleu		
18	34,05	12,36	28,30	1,24	0,50	0,63	2,40	11,50	0,43	Feliccia Medrea		
19	40,48	16,56	24,90	4,45	0,72	0,36	0,80	2,08	0,69	Simina Bunea		
20	40,80	12,78	25,00	4,75	0,54	0,94	2,40	6,20	0,51	Georgeta Nedeleu		
21	39,20	11,79	25,56	9,30	0,41	0,83	2,60	4,30	0,46	Georgeta Nedeleu		
22	33,24	14,31	29,95	3,85	0,78	0,38	2,40	6,60	0,47	Georgeta Nedeleu		
23	8,96	13,86	20,15	12,40	0,19	1,14	2,03	30,14	0,68	Georgeta Nedeleu		
24	36,67	14,27	25,36	1,11	0,58	0,75	2,39	12,52	0,55	Poli Buceșan		
720	27,90	23,17	21,80	0,86	1,10	1,75	—	—	1,35	Ernestina Volanschi		
721	37,45	16,70	13,57	3,58	0,73	1,90	—	—	0,51	Suzi Iliescu		
724	26,35	25,46	18,74	2,63	0,27	1,85	—	—	0,37	Teodora Dumitrescu		
725	21,70	14,03	30,33	1,20	0,40	1,35	—	—	0,48	Ernestina Volanschi		
726	23,01	21,31	25,46	1,49	1,79	1,70	—	—	1,06	Luminița Anghel		
728	33,88	15,74	30,40	2,14	0,07	0,70	—	—	0,46	Teodora Dumitrescu		
729	30,84	9,91	26,70	3,05	0,08	0,37	—	—	0,63	Teodora Dumitrescu		
730	42,09	14,03	28,78	3,05	0,03	0,27	—	—	1,52	Teodora Dumitrescu		
732	20,95	20,06	31,77	1,40	0,08	0,85	—	—	0,83	Ernestina Volanschi		
733	24,15	28,79	18,92	1,32	0,11	1,40	—	—	3,03	Ernestina Volanschi		
734	13,78	59,39	19,59	1,04	0,47	1,84	—	—	1,22	Luminița Anghel		
737	42,97	8,89	32,05	3,66	0,21	—	—	—	0,28	Suzi Iliescu		

N. B. Analizele probelor 720-737 după P. Ciornei și C. Harduzeu (1957).

Analizele I-16 și 720-726 din sectorul I; analizele 23 și 732-734 din sectorul II; analizele 17-22, 24, 728-730 din sectorul III; analiza 737 din sectorul IV.



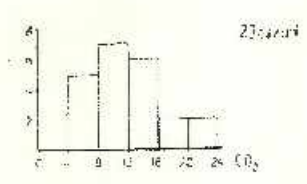
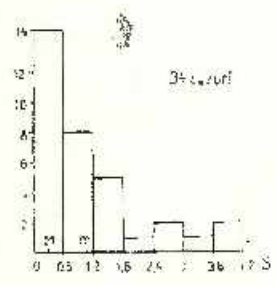
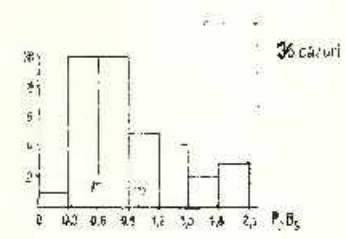
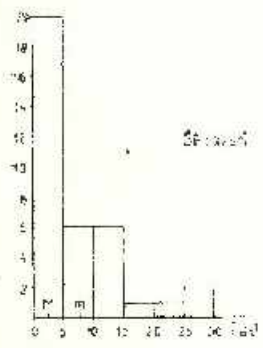
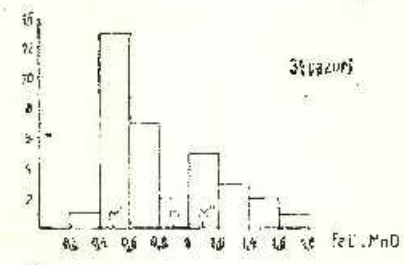
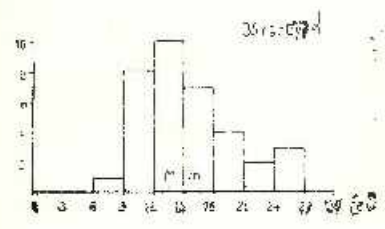
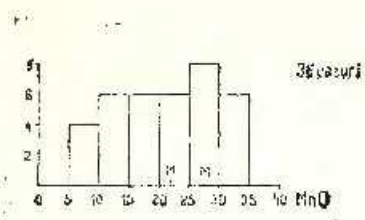
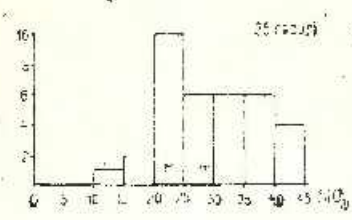


Fig. 1. — Frecvența principalilor componenți chimici în minereul manganifer din valea Borca.

M, modul; m, media aritmetică.

Fréquence des principaux composants chimiques dans le minerai manganésifère de la vallée Borca.

M, module; m, moyennes arithmétique.



modulul este mai mic decât media aritmetică corespunzătoare componențului respectiv (cu excepția MnO). Pentru CO_2 distribuția este aproximativ normală, judecând după aspectele diagramatice cât și după valorile identice ale modulului cu media aritmetică corespunzătoare. În cazul MnO (și mai puțin evident la FeO și la alți componenți), curba de frecvență prezintă

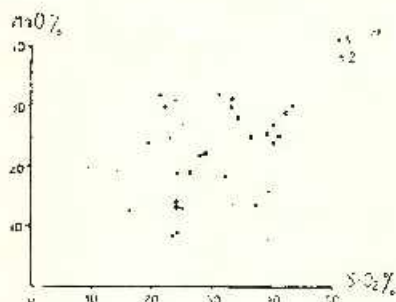


Fig. 2. — Diagrama MnO-SiO₂.
1, minerai neoxidat; 2, minerai parțial oxidat.
Diagramme MnO-SiO₂.
1, minerai non oxidé; 2, minerai partiellement oxydé.

două maxime cărora le corespund doi moduli ($M' < m < M''$) fapt care s-ar putea explica fie prin numărul relativ mic de cazuri studiate, fie prin faptul că MnO poate avea în probele analizate origini diferite: din minerale manganifere primare și din minerale de oxidație. Acest ultim caz este mai vizibil la mangan chiar și la numărul relativ redus de date analitice de care dispunem întrucât mineralele manganifere primare oxidează extrem de ușor, în zona „pălăriei de fier”, manganul migrând și redistribuindu-se astfel mult mai rapid în comparație cu alți componenți.

Din diagrama de puncte MnO-SiO₂ (fig. 2) rezultă că majoritatea valorilor MnO cad într-un câmp destul de larg, corespunzător unei variații pentru SiO₂ cuprinse între 20-40%. Aceasta reliefează atât neomogenitatea minereului cât și faptul că Mn este legat atât de silicați cât și de carbonați, precum și că o parte din silice apare sub formă de cuarț liber. Lipsa unei corelații evidente între acești doi componenți se datorează probabil în parte și numărului relativ mic de analize chimice efectuate asupra minereului din valea Borca.

Din diagrama similară FeO-SiO₂ (fig. 3) se degajă o concluzie relativ asemănătoare; menționăm că se observă o ușoară tendință de descreștere a valorilor FeO pe măsura creșterii silicei, fapt relevat de S a v u l, I a n o v i c i (1957), pentru alte zăcăminte de mangan din Carpații Orientali.

Valorile raportului FeO : MnO, în funcție de SiO₂, prezintă o ușoară tendință de creștere pe măsura măririi procentului de silice în minereu (fig. 4) așa cum se constată și în alte zăcăminte manganifere din Carpații Orientali. Această situație impune o aceeași concluzie exprimată de S a -

vul, Iancovici (1957): Fe și Mn se pot substitui reciproc în mineralele fero-manganifere din minereu, idee sprijinită în parte și de tendința de scădere a FeO pe măsura creșterii MnO (fig. 5).

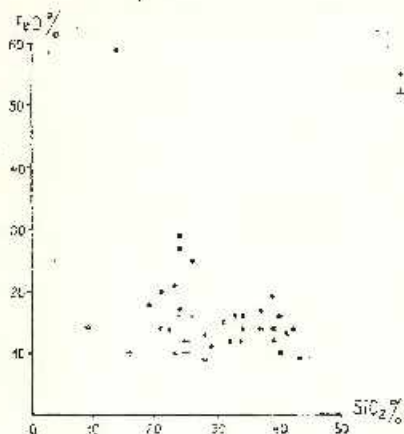


Fig. 3. — Diagrama FeO-SiO₂.

1, mineral non oxydé; 2, mineral partiellement oxydé.

Diagramme FeO-SiO₂.

1, mineral non oxydé; 2, mineral partiellement oxydé.

Diagrama triunghiulară SiO₂-FeO-MnO (fig. 6) scoate în evidență gruparea înspre zona centrală a triunghiului multor analize de minereu manganifer

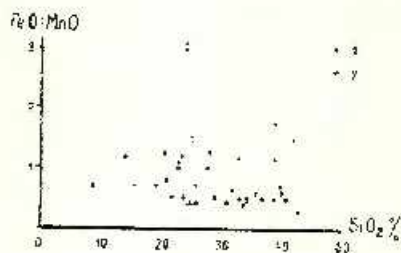


Fig. 4. — Diagrama FeO : MnO-SiO₂.

1, mineral non oxydé; 2, mineral partiellement oxydé.

Diagramme FeO : MnO-SiO₂.

1, mineral non oxydé; 2, mineral partiellement oxydé.

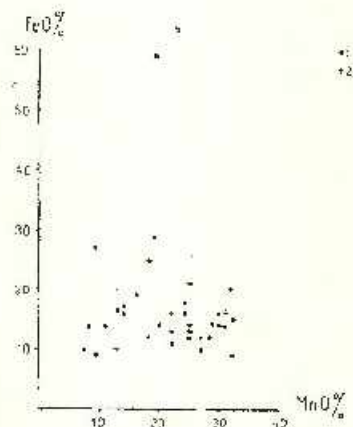
cu o ușoară tendință de deplasare a centrului cimpului de proiecție al acestora spre latura SiO₂-MnO. Mediile aritmetice obținute pentru SiO₂, FeO, MnO, din analizele chimice pe care le posedăm, recalcu-

Fig. 5. — Diagrama FeO-MnO.

1, mineral non oxydé; 2, mineral partiellement oxydé.

Diagramme FeO-MnO.

1, mineral non oxydé; 2, mineral partiellement oxydé.



late la 100, se proiectează în punctul marcat prin coordonatele: 44,33 SiO₂, 26,30 FeO, 32,05 MnO, care corespunde unui minereu constituit din silicați și carbonați mangano-feriferi. În același triunghi s-au proiectat valorile modulelor (obținute din diagramele de frecvență) recalcuți la 100.



pentru SiO_2 , FeO și MnO . Acest punct, caracterizat prin coordonatele 36 SiO_2 , 20 FeO , 44 MnO , este deplasat față de cel anterior spre virful MnO . Pe aceeași diagramă s-au proiectat principalele izolinii trasate de către Savul, Ianovici (1957, 1958) pentru zăcămintele asemănă-

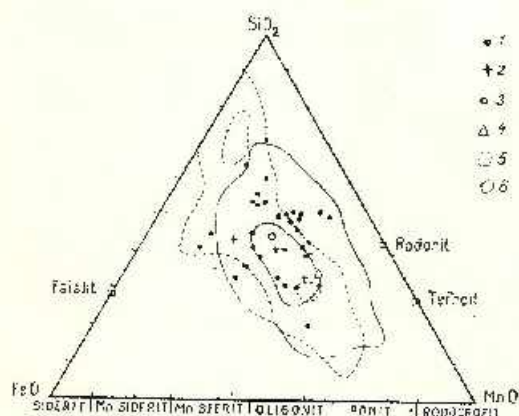


Fig. 6. Diagrama SiO_2 - FeO - MnO .

- 1. minereu neoxidat; 2. minereu parțial oxidat;
- + 3. punctul corespunzător medilor aritmetice pentru SiO_2 , FeO , MnO ; 4. punctul corespunzător modulelor pentru SiO_2 , FeO , MnO ; 5. izolinie zăcămintului manganifer de la Dealul Rusului - după M. Savul, V. Ianovici, 1957; 6. izolinie zăcămintului manganifer de la Iacobeni - după M. Savul, V. Ianovici, 1957.

Diagramme SiO_2 - FeO - MnO .

- 1. minereu non oxydé; 2. minereu partiellement oxydé; 3. point correspondant aux moyennes arithmétiques pour SiO_2 , FeO , MnO ; 4. point correspondant aux modules pour SiO_2 , FeO , MnO ; 5. Isolignes du gisement manganésifère du sommet Rusului - d'après M. Savul, V. Ianovici, 1957. 6. Isolignes du gisement manganésifère de Iacobeni - d'après M. Savul, V. Ianovici, 1957.

toare de la Iacobeni și Dealul Rusului. După cum se observă, majoritatea analizelor se grupează în jurul maximumului ce caracterizează zăcămintul de la Iacobeni, inclusiv punctele medilor aritmetice și modulelor corespunzătoare SiO_2 , FeO și MnO . Mineralele de la Borca ocupă o poziție intermediară față de cele două maxime ce caracterizează zăcămintul de la Dealul Rusului.

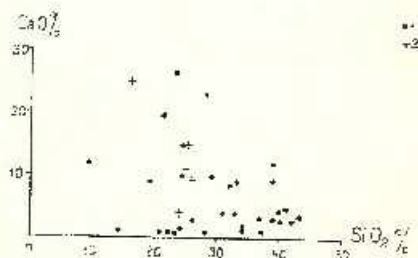
Diagrama CaO - SiO_2 (fig. 7) relevă tendința de scădere treptată a CaO în rocile manganifere pe măsura creșterii lui SiO_2 , cu alte cuvinte relațiile de inversă proporționalitate ce există între calcit și CaO din silicați pe de o parte și mineralele silicate și cuarțul liber pe de altă parte.

Fig. 7. -- Diagrama CaO - SiO_2 .

- 1, minereu neoxidat; 2, minereu parțial oxidat.

Diagramme CaO - SiO_2 .

- 1, minereu non oxydé; 2, minereu partiellement oxydé.



Legăturile dintre CaO și MnO (fig. 8) din minereu sînt de natură invers proporțională și sînt în evidență înlocuirea reciprocă între acești 2 componenți.

În cazul variației P_2O_5 în funcție de SiO_2 (fig. 9) se constată o situație similară ca pentru CaO : conținutul în P_2O_5 tinde să scadă treptat pe măsura creșterii procentului de silice.

Pentru P_2O_5 s-a mai alcătuit diagrama $P_2O_5-FeO : MnO$ (fig. 10) obținându-se un aspect similar cu cel dat de Șa v u l, I a n o v i c i (1957).

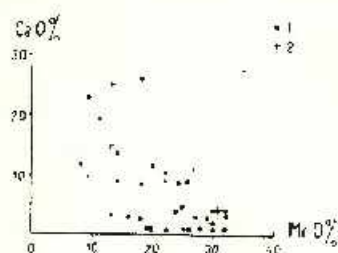


Fig. 8. — Diagrama $CaO-MnO$.

1, minereu neoxidat; 2, minereu parțial oxidat.

Diagramme $CaO-MnO$.

1, minéral non oxydé; 2, minéral partiellement oxydé.

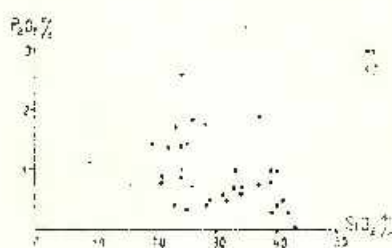


Fig. 9. — Diagrama $P_2O_5-SiO_2$.

1, minereu neoxidat; 2, minereu parțial oxidat.

Diagramme $P_2O_5-SiO_2$.

1, minéral non oxydé; 2, minéral partiellement oxydé.

Într-adevăr în partea stângă a diagramei, creșterilor mici ale valorilor $FeO : MnO$ le corespunde o creștere relativ rapidă a procentelor de P_2O_5 ; pe măsură ce raportul $Fe : Mn$ capătă valori din ce în ce mai mari, procentele de P_2O_5

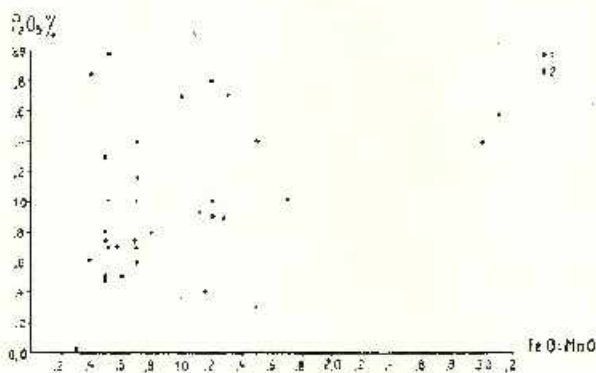


Fig. 10. — Diagrama $P_2O_5-FeO : MnO$.

1, minereu neoxidat; 2, minereu parțial oxidat.

Diagramme $P_2O_5-FeO : MnO$.

1, minéral non oxydé; 2, minéral partiellement oxydé.

se măresc mai puțin accentuat, curba tinzând spre o asimptotă. Acest fapt a fost explicat de autorii menționați prin existența în cadrul depozitelor



primare (acum metamorfozate) a gelurilor de hidroxizi de Fe (alături de cele de Mn) care aveau putere de adsorbție diferită față de ionul P_2O_5 ; gelurile ferifere adsorb mai intens P_2O_5 decât cele manganifere.

Sulfur, care în minereu intră numai în constituția piritei, variază invers proporțional cu silica (fig. 11).

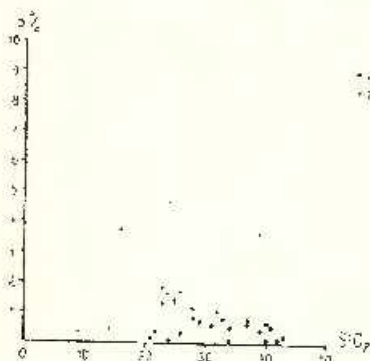


Fig. 11. — Diagrama S-SiO₂.
1, minereu necoxidat; 2, minereu parțial oxidat.
Diagramme S-SiO₂.
1, minéral non oxydé; 2, minéral partiellement oxydé.

Pe baza analizelor chimice efectuate pe probele de minereu manganifer recoltate de noi, am efectuat o serie de calcule în vederea stabilirii compoziției normative a rocilor manganifere din valea Borca. În calcule nu am putut lua în considerare probele 726-736, recoltate de Ciornet, Hurduzu²⁴, întrucât în aceste analize nu era dozat CO₂ și de asemenea nu avem secțiuni subțiri care să furnizeze date mineralogice asupra probelor analizate (compoziția mineralogică primară, raporturi cantitative între mineralele componente, starea de oxidare a probei). În tabelul 3 este dată alcătuirea probelor 1-24 în ce privește conținutul normativ în rodonit, rodocrozit, pirită, apatit, cuarț, calcit, oxizi de mangan și fier. Se observă că, cu excepția a două probe analizate, în toate celelalte sînt prezente în cantități relativ mari rodonitul cît și rodocrozitul, fapt care corespunde cu compoziția mineralogică reală a rocilor luate în considerare. Pirită care se menține în general la valori relativ scăzute (1-3%) în unele cazuri, poate atinge procente uneori importante (10-20%), ceea ce corespunde unor roci manganifere cu benzi de pirită. Cuarțul apare în majoritatea probelor iar calcitul calculat prezintă valori variabile (0-40%).

Pe baza datelor mineralogice normative s-a alcătuit diagrama rodonit-rodocrozit din care reiese tendința de variație invers proporțională a celor două minerale (fig. 12). Tot pe baza compoziției mineralogice normative

²⁴ Op. cit. pct. 5.

s-a făcut diagrama triunghiulară rodocrozit-rodonit-rest (cuarț, pirită, calcit, apatit, apă, oxizi de fier și mangan, filosilicați ș. a.), din care rezultă că majoritatea probelor analizate au o compoziție mineralogică complexă, corespunzătoare unei zone ce ocupă o poziție relativ apropiată de partea

Fig. 12. — Diagrama rodonit-rodocrozit alcătuită pe baza compoziției mineralogice normative.

1, minerali neoxidat; 2, minerali parțial oxidat.

Diagramme rhodonite-rhodocrosite tracé selon la composition minéralogique normative.

1, minerais non oxydés; 2, minerais partiellement oxydés.

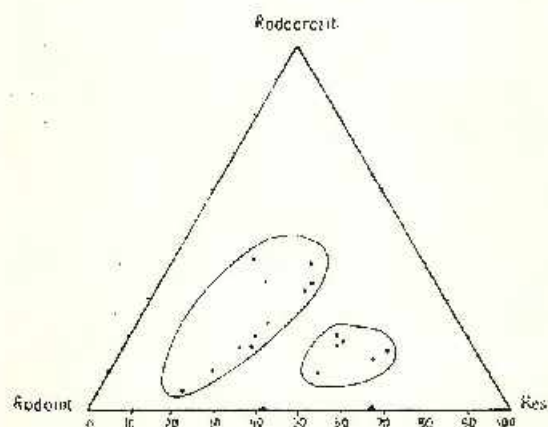
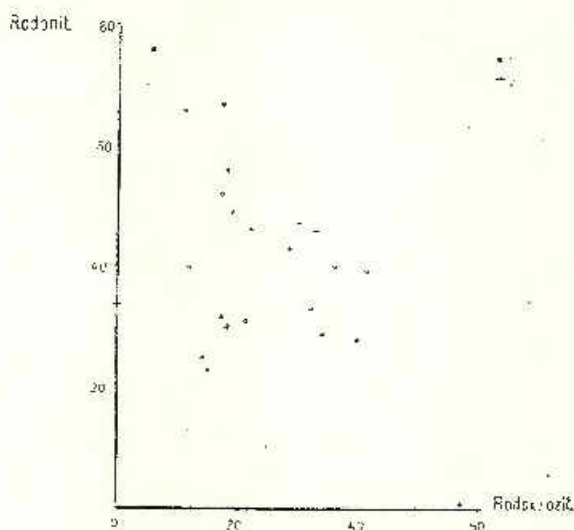


Fig. 13. — Diagrama rodocrozit-rodonit-rest alcătuită pe baza compoziției mineralogice normative.

1, minerali neoxidat; 2, minerali parțial oxidat.

Diagramme rhodocrosite-rhodonite-reste tracé selon la composition minéralogique normative.

1, minerais non oxydés; 2, minerais partiellement oxydés.

centrală a diagramei (fig. 13), corespunzătoare unor amestecuri în care rodonitul și rodocrozitul au în general un rol cantitativ preponderent, respectiv este vorba de un mineral manganifer rodonito-rodocrozitic. Acest lucru corespunde cu compoziția mineralogică a acestuia, observată microscopic.



TABELUL 3

Compoziția mineralogică normalizată a mineurei maganifer de la Boreca

Z. Probei	Modonit			Hidocrozit			Filită	Apatit	Cuart	Calcit	MnO	FeO	Rest	Observații
	SiO ₂ Mn	SiO ₂ Fe	SiO ₂ Ca	CaO ₃ Mn	CO ₃ Fe									
1	18,801	46,294	18,771	25,118	33,827	7,709	2,412	0,764	1,354	—	2,545	2,694	10,110	mineru oxidat
2	17,703	40,086	15,795	21,388	35,789	14,401	2,054	3,056	3,445	—	—	—	14,560	mineru neoxidat
3	22,280	49,184	14,716	19,438	30,005	10,567	2,850	1,550	1,746	—	3,340	—	11,330	mineru oxidat
4	5,330	43,020	27,766	20,200	28,921	8,721	9,215	1,943	2,881	—	—	—	14,620	mineru neoxidat
5	7,523	46,438	25,389	9,592	22,967	13,375	4,338	8,165	3,352	—	6,935	0,734	12,410	mineru oxidat
6	34,410	47,855	5,824	19,102	30,465	11,363	3,098	2,117	2,380	—	1,367	1,448	11,270	mineru oxidat
7	22,762	33,900	6,736	—	—	—	7,732	1,637	1,849	40,303	1,180	1,249	41,950	mineru oxidat
8	9,443	22,633	5,141	8,263	15,336	7,073	1,731	0,808	10,738	41,244	—	—	7,510	mineru neoxidat
9	8,541	25,304	9,023	7,474	14,273	6,799	2,689	0,940	7,426	41,591	—	—	7,780	mineru neoxidat
10	10,384	29,486	8,171	25,340	34,946	9,606	2,035	1,070	11,830	8,532	—	—	12,080	mineru neoxidat
11	7,353	39,543	21,745	82,062	41,241	9,179	1,433	1,026	5,737	—	—	—	10,013	mineru neoxidat

12	29,800	18,044	6,374	1,965	5,365	26,213	—	—	12,170	mineru neoxidat
13	11,215	9,367	9,813	8,231	17,020	11,690	—	—	13,440	mineru neoxidat
	31,691	17,393	7,907	9,486						
14	9,036	10,795	11,800	2,161	9,773	—	—	—	15,710	mineru neoxidat
	40,357	11,860	2,314	9,773						
15	10,134	13,647	16,576	16,154	11,991	8,331	—	—	8,120	mineru neoxidat
	31,532	20,839	21,674	5,627	3,877					
16	9,663	14,083	7,776	8,455	12,384	—	—	—	11,820	mineru neoxidat
	48,997	19,142	7,875	0,677	11,489					
17	28,023	14,620	6,354	6,287	12,855	—	—	—	10,430	mineru neoxidat
	59,683	17,914	10,765	1,288	2,920					
18	44,612	6,655	6,416	12,881	5,033	—	—	—	11,420	mineru neoxidat
	33,432	32,619	9,323	1,375	11,831					
19	26,956	5,922	0,554	27,415	5,204	—	—	—	10,750	mineru neoxidat
	75,605	5,533	1,862	2,096	4,654					
20	43,414	26,211	5,980	2,718	2,815	—	—	—	8,590	mineru neoxidat
	52,165	17,691	10,731	1,179	8,544					
21	37,789	5,459	8,937	12,893	4,798	—	—	—	8,610	mineru neoxidat
	65,094	11,335	7,895	1,812	5,761					
22	42,528	5,809	16,757	6,230	5,105	—	—	—	10,590	mineru neoxidat
	67,059	17,341	1,455	1,484	2,071					
23	49,373	12,177	5,509	6,640	10,701	—	—	—	13,100	mineru neoxidat
	—	57,589	2,628	2,489	—					
24	—	—	—	36,418	21,171	—	—	—	8,710	mineru neoxidat
	28,355	40,192	13,382	1,637	7,494					
24	20,087	6,730	0,938	34,277	5,915	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—					

D) Considerații genetice

S-a stabilit mai de mult că rocile manganifere primare din cristalinelul Carpaților Orientali reprezintă acumulări singenetice metamorfozate regional, o dată cu rocile înconjurătoare. Savul, Tanovici (1957), pe baza unui studiu amănunțit al compoziției chimice principale a minereurilor de mangan din alte zăcăminte din Carpații Orientali și prin compararea chimismului acestora cu cel al depozitelor manganifere din țară și din străinătate, au ajuns la concluzia că zăcămintele din Carpații Orientali (Dealul Rusului, Iacobeni) reprezintă acumulări marine, al căror chimism ocupă o poziție intermediară între concrețiunile submarine de fund puțin adânc și depozitele manganifere sedimentar-vulcanogene de tip Șoimuș-Buccava.

În zona Iacobeni-Ciocănești-Cîrlibaba Bercia et al.¹⁵ au arătat că complexul cuarțitelor negre cu mangan (de Arșița) face parte din seria sedimentar-vulcanogenă acidă (seria de Tulgheș), bogată în metatufuri acide și că acestea apar uneori sub forma unor intercalații subțiri chiar în cuprinsul minereului manganifer (valea Puciosu). Pe baza acestor date, autorii menționați consideră că zăcămintele metamorfozate de mangan pot reprezenta acumulări marine sedimentar-vulcanogene legate genetic de magmatismul acid premetamorfic, care a dat naștere metatufurilor acide și porfiroidelor, larg răspândite în formațiunile epimetamorfice din Carpații Orientali.

În zona văii Borea se poate trage o concluzie similară, întrucât complexul cuarțitelor negre cu mangan (de Arșița) are o poziție stratigrafică asemănătoare cu cel în care sînt găzduite zăcămintele principale de mangan din zona Iacobeni-Ciocănești-Cîrlibaba: complexul este situat în valea Borea ca și în regiunea menționată în cadrul aceleiași serii sedimentar-vulcanogene acide (seria de Tulgheș) în care apar produse ale magmatismului acid premetamorfic.

BIBLIOGRAFIE

- Atanasiu I. (1929) Cercetări geologice în împrejurimile Tulgheșului (Jud. Neamț). *An. Inst. Geol. Rom.* XIII, București.
- Athanasiu S. (1899) Geologische Beobachtungen in den Nord-Moldauischen Ostkarpathen. *Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst.* 5, Wien.

¹⁵ I. Bercia, Elvira Bercia, H. Kräutner, M. Mureșan. Studii stratigrafice și structurale în partea de nord a Cristalinelui Bistriței. 1965. *Arch. Com. Stat. Geol.* București.



- Banquá E. (1896) Studii asupra mineralelor de manganез de la Broșteni. *An. Acad. Rom. seria II*, XVI, București.
- Bercia I., Bercia Elvira, Kräutner H., Kräutner Florentina, Mureșan M. (1967) Unitățile tectonice, structura și stratigrafia formațiunilor metamorfice ale zonei cristalino-mezozoice din Munții Bistriței (Carpații Orientali). *D. S. Com. Stat. Geol.* 1/11/1, București.
- Buțureanu V. C. (1908) Études sur la composition chimique des minerais de manganèse et de fer qui se trouvent dans le massif cristallin de Broșteni. *Ann. Sci. Univ. Jassy*, V, Iași.
- (1911) Sur les minéraux de manganèse et de fer, de la vallée de Borca. *Ann. Sci. Univ. Jassy*, VII, 1, Iași.
- (1916) Masivul cristalin de la Broșteni, studiu morfologic, petrografic și mineralogic. *An. Acad. Rom. Mem. secției șt. seria II*, XXXVIII, București.
- Cădere D. (1903) Sur les roches éruptives de Borca. *Ann. Sci. Univ. Jassy*, II, Iași.
- Codârcea-Dessila Marcela, Bercia I., Kräutner H., Mureșan M. (1964) Cercetări structurale și stratigrafice în cristalinel Bistriței (regiunea Hârnârc-Holdița). *D. S. Com. Geol.* 1/11, București.
- Ianovici V. (1956) Sur les gisements de minéral de manganèse de la Roumanie. Symposium sur les gisements de minéral de manganèse. *Travaux de XX-ème Congrès internat. géol. Mexico*.
- Mogilnicki R. (1917) Manganerzlagertstätten der südlichen Bukovina. *Berg. u. Hüttenmänn. Jahrb.* I, Wien.
- Mureșan M. (1967) Structura tectonică a părții de sud a zonei cristalino-mezozoice a Carpaților Orientali. *Acad. R. S. R. Stud. cerc. geol. geogr. seria geol.* XII, 1, București.
- (1968) Metamorphic Formations. In „Crystalline, Mesozoic and Flysch Complexes of the East Carpathians (Northern Sector)” by Joja T., Mutihac V., Mureșan M. *Internat. geol. Congr. XXIII, Sess. Prague, 1968, Guide to excursion #6 AC, Romania*, București.
- Pascu R. (1926) Zăcămintele de minereuri feromanganifere din regiunea Broșteni, jud. Neamț. *An. Inst. Geol. Rom.* XI, București.
- Poni P. (1882) Cercetări asupra mineralelor din masivul cristalin de la Broșteni. *An. Acad. Rom. seria a II-a*, V, București.
- (1900) Fapte pentru a servi la descrierea mineralogică a României. *An. Acad. Rom. XII, Mem. secției șt.* București.
- Quiring H. (1922) Die Manganerzvorkommen in den kristallinen Schieferen der Bukovinschen Waldkarpathen. *Archiv f. Lagerstättenforschung*, 30, Berlin.
- Savul M. (1927) Sisturile cristaline și zăcămintele de manganез din regiunea Șarul Dornei. *An. Inst. Geol. Rom.* XII, București.
- (1938) Le cristallin de Bistrița. *Ann. Sci. Univ. Jassy*, XXVI, II, 1, Iași.
- Ianovici V. (1957) Chimismul și originea rocilor cu mangan din Cristalinul Bistriței. *Acad. R. P. R. Bul. Șt.* II, 1, București.
- Ianovici V. (1958) Chimismul rocilor de mangan din Carpații Orientali și Meridionali din R. P. R. *Stud. cerc. geol.* III, 1-2, București.
- Șatski N. S. (1955) Formațiunile manganifere și metalogenia manganului. *Anat. Rom. Sov. Geol. Geogr.* IX, 1, București.

MINÉRAIS MANGANÉSIFÈRES MÉTAMORPHISÉS DU BASSIN DE LA VALLÉE BORCA (MONTS DE BISTRITA)

(Résumé)

Les affleurements de roches manganésifères qui font l'objet de cette étude apparaissent dans les formations métamorphiques de la partie supérieure du bassin de la vallée Borca — affluent droit de la Bistrița — à environ 15 km au Sud de Broșteni. Dans la région apparaissent des formations cristallines, éruptives et sédimentaires ; les premières appartiennent au dyke des porphyroïdes de Pietrosu (le cadre occidental de la région) et à la série de Tulgheș qui occupe la plus grande partie de la région. Dans la série de Tulgheș on a séparé trois complexes* : a) le complexe volcanogène inférieur (plus de 1 500 m), formé de roches terrigènes à intercalations de métatufs acides ; b) le complexe des quartzites noirs à manganèse (d'Arșița) (700 ou 800 m), dont la principale caractéristique est l'alternance des schistes terrigènes (souvent graphiteux) avec des quartzites noirs graphiteux, en rapport direct avec les minerais métamorphisés manganésifères de la région ; c) le complexe volcanogène moyen (plus de 600 m d'épaisseur) auquel les roches terrigènes à rares intercalations de calcaires et de métatufs acides prêtent le caractère principal.

A) *Présentation géologique.* Les principales lentilles manganésifères sont cantonnées dans le niveau inférieur des quartzites noirs de la partie basale du complexe des quartzites noirs à manganèse (d'Arșița). Des indices de l'existence de certains minerais manganésifères apparaissent aussi dans les quartzites noirs de la partie médiane et supérieure du complexe.

En tenant compte de leur emplacement, on répartit les affleurements de roches manganésifères du niveau inférieur en quatre secteurs plus importants (planche 1^{re}).

Les corps de minerais manganésifères se caractérisent par des dimensions relativement réduites (longueur de 50 à 120 m ; 0,5 à 4 m d'épaisseur) et ils sont stratiforme-lenticulaires ; ils apparaissent souvent sous la forme de plusieurs intercalations (1 à 5) dans le cadre du même niveau de quartzites noirs.

B) *Caractéristiques minéralogiques.* Les affleurements manganésifères du bassin de la vallée Borca sont constitués prépondéramment de minéral primaire rhodnite-rhodocrositique (tableau 1^{er}) qui, dans les zones soumises à l'altération hypergène a passé partiellement ou même en entier aux oxydes et hydroxydes de fer et de manganèse. Au microscope, on constate une étroite association entre la rhodocrosite, sous forme de bandes et plages microgranulaires (d'habitude échigranulaire) et la rhodnite, en cristaux et agrégats plus largement développés. La calcite et le quartz apparaissent dans les carbonates et les silicates de manganèse comme granules et veinules (mobilisations hydrothermal-métamorphiques), généralement sans orientation dans leur disposition. Parfois, le quartzite constitue de petites couches à structure fine, mosaïque qui suggère la présence des gels recristallisés. Les autres minéraux (tableau 1^{er}) constituent des individus allotriomorphes et hypidiomorphes isolés et plus rarement des agrégats.

* Les dénominations des complexes utilisées dans cet ouvrage correspondent à celles proposées par Bercia et al. en 1967 (*Oeuvre citée*, point 7).



C) *Caractéristiques géochimiques.* En ensemble (tableau 2), les données analytiques qui proviennent seulement du niveau inférieur manganésifère font voir clairement la variation large des divers composants analysés du contenu des roches à manganèse, due à leur structure non homogène : on observe fréquemment des structures rubanées et des alternances de bandes différentes du point de vue minéralogique.

Les moyennes arithmétiques calculées (sauf les valeurs accidentales trop grandes ou trop petites) pour les principaux composants chimiques sont les suivantes : $\text{SiO}_2 = 29,60\%$; $\text{FeO} = 15,76\%$; $\text{MnO} = 21,40\%$; $\text{CaO} = 7,66\%$; $\text{S} = 1,09\%$; $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,90\%$; $\text{CO}_2 = 1,62\%$; total — $88,03\%$.

On a construit des courbes de fréquence pour les principaux composants (fig. 1⁶). Hormis la courbe du CO_2 , on a obtenu des courbes de fréquence accentuément asymétriques.

Du diagramme de points $\text{MnO}-\text{SiO}_2$ (fig. 2) résultent tant la non-homogénéité du minéral que le fait que Mn est en rapport avec les silicates tout aussi qu'avec les carbonates et qu'une partie des silices apparaît sous forme de quartz libre.

Du diagramme similaire $\text{FeO}-\text{SiO}_2$ (fig. 3) se dégage une conclusion relativement analogue.

Les valeurs du rapport $\text{FeO} : \text{MnO}$ en fonction de SiO_2 présentent une faible tendance de croissance à mesure de l'augmentation du pour-cent de silices dans le minéral (fig. 4).

Le diagramme triangulaire $\text{SiO}_2-\text{FeO}-\text{MnO}$ (fig. 6) met en évidence le groupement, vers la zone centrale du triangle, de beaucoup d'analyses de minéral manganésifère avec une faible tendance de déplacement du centre du champ de projection de celles-ci vers le côté SiO_2-MnO . Sur le même diagramme on observe que la plupart des analyses se groupent autour du maximum qui caractérise le gisement similaire de Jacobeni.

Le diagramme $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ (fig. 7) fait remarquer la tendance de diminution graduelle du CaO dans les roches manganésifères à mesure que le SiO_2 augmente.

Les rapports entre le CaO et le MnO (fig. 8) du minéral sont inversement proportionnels et mettent en évidence leur remplacement réciproque.

Dans le diagramme $\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$ (fig. 9) on constate la tendance de la teneur en P_2O_5 de diminuer graduellement à mesure que le pour-cent en silices augmente. Au côté gauche du diagramme $\text{P}_2\text{O}_5-\text{FeO} : \text{MnO}$ (fig. 10), aux petites augmentations des valeurs du $\text{Fe} : \text{Mn}$ correspond une croissance relativement rapide des pour-cent de P_2O_5 ; à mesure que le rapport $\text{FeO} : \text{MnO}$ gagne des valeurs de plus en plus grandes, les pour-cent de P_2O_5 augmentent moins accentuellement, la courbe tendant à une asymptote. L'explication réside dans le fait que les gels ferrifères absorbent le P_2O_5 plus intensément que ceux manganésifères.

Le soufre du minéral ne fait que participer à l'établissement de la composition normative des roches manganésifères de la vallée Borca (tableau 3).

Grâce aux données minéralogiques normatives on a construit le diagramme rhodonite-rhodocrosite (fig. 12) d'où ressort la tendance de variation inversement proportionnelle de ces deux minéraux et le diagramme triangulaire rhodocrosite-rhodonite-reste (quartz, pyrite, calcite, apatite, eau, oxydes de fer et de manganèse, phyllosilicates etc.), d'où il résulte que la plupart des échantillons analysés ont une composition minéralogique complexe, correspondante à certains mélanges dans lesquels la rhodonite et la rhodocrosite ont généralement un rôle quantitatif prépondérant (fig. 13).

D) *Considérations génétiques.* On a établi depuis longtemps que les roches manganésifères primaires du cristallin des Carpates Orientales représentaient des accumulations syngénétiques métamorphosées sur plan régional à la fois que les roches voisines.



Étant donné que les gisements de manganèse sont cantonnés dans la série de Tulgheș, riche en métaufs acides et que, dans d'autres zones (Cîrlibaba-Iacobeni), ceux-ci se situent parfois même dans les gisements manganésifères, on peut conclure que le gisement manganésifère de la vallée Borca représente des accumulations volcanogènes-sédimentaires en rapport génétique avec le magmatisme acide prémétamorphique, ultérieurement affectées par le métamorphisme régional.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

Carte géologique du cours supérieur de la vallée Borca.

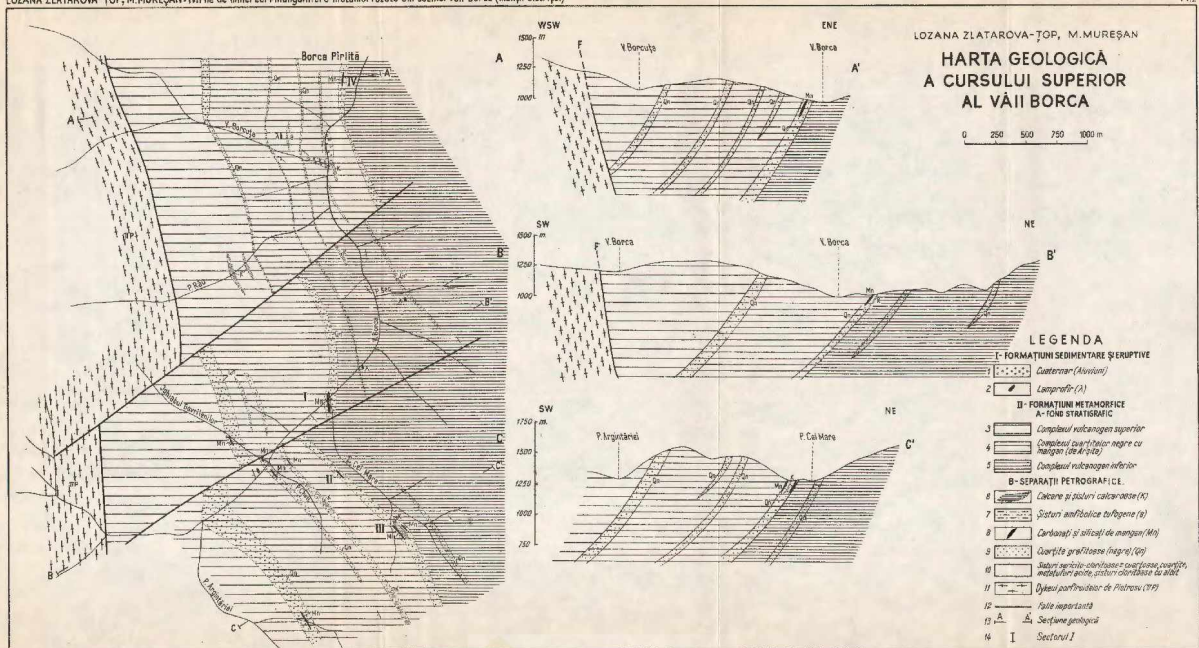
I. Formations sédimentaires et éruptives. 1, Quaternaire, alluvions; 2, lamprophyre—3;
 II. Formations métamorphiques. A, fond stratigraphique; 3, complexe volcanogène supérieur; 4, complexe des quartzites noirs à manganèse (de Arșița); 5, complexe volcanogène inférieur.
 B, séparations pétrographiques: 6, calcaires et schistes calcaires (k); 7, schistes amphibolitiques laffogènes (a); 8, carbonates et silicates de manganèse (Mu); 9, quartzites graphiteux (noirs), (Qn); 10, schistes séricito-chloriteux et quartziteux, quartzites, métaufs acides, schistes chloriteux à albite; 11, dyke des porphyroïdes de Pietrosu (πP); 12, faille importante; 13, coupe géologique; 14, secteur I.

Planche II

Coupes géologiques dans les zones manganésifères de la vallée Borca.

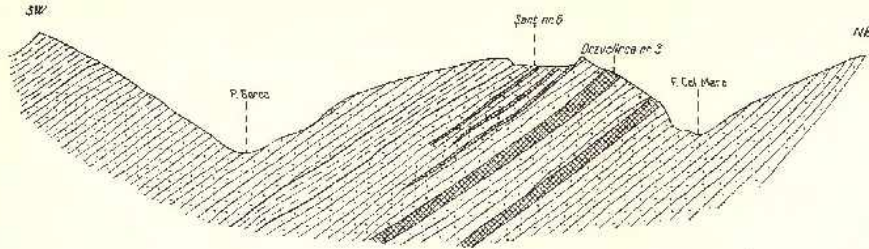
1, minéral de manganèse; 2, quartzites graphiteux; 3, calcaires; 4, schistes séricito-chloriteux.



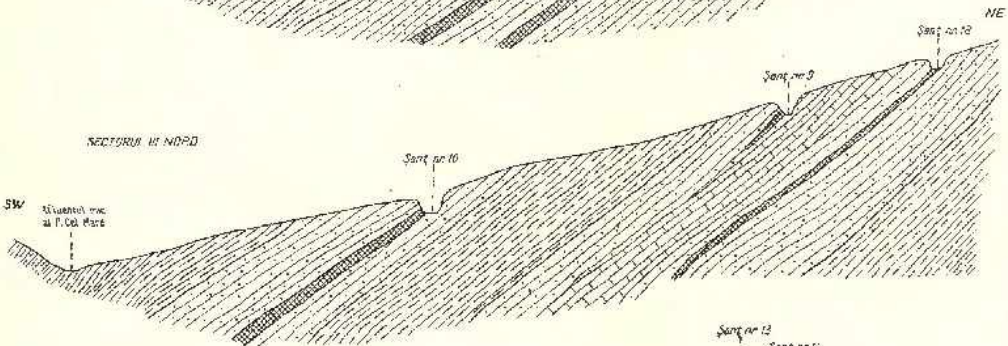


LOZANA ZIATAROVA-TOP, M. HUREȘAN
 SECȚIUNI GEOLOGICE ÎN ZONELE MANGANIFERE DIN VALEA BORCA

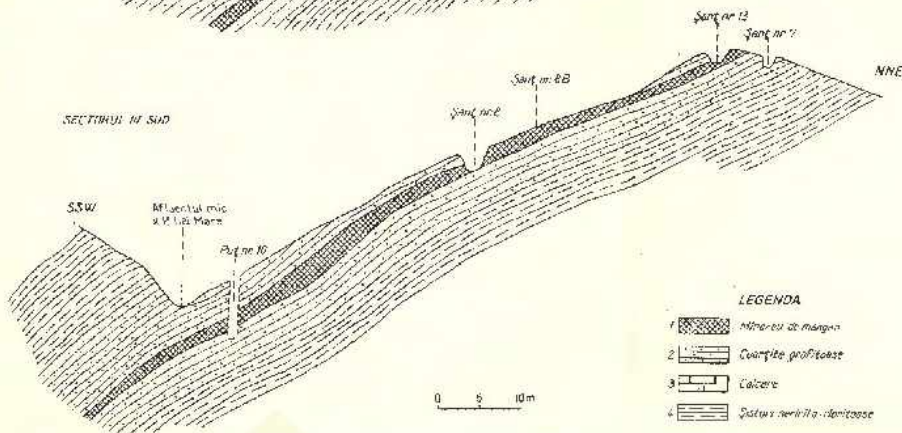
SECȚIUNEA I



SECȚIUNEA II NORD



SECȚIUNEA III SUD



LEGENDA

- 1. Mărmură de mangan
- 2. Cuarțite profunde
- 3. Calcare
- 4. Sistem neritlic-oligocen

CUPRINS

ZĂCĂMINTE

	<u>Pag.</u>
1. Balintoni I. Relația dintre vulcano-carst și epigeneză în zăcămintul de sulf din munții Călimani	5
2. Dumitrescu C., Dumitrescu Florica. Contribuții la cunoașterea substanței organice din unele roci bituminoase din țară	13
3. Gurău A., Roșu N., Bălașa E., Bordea R. Considerații privind structura și geneza zăcămintului Borzaș (Baia-Mare)	27
4. Kräutner H. G., Andâr P., Andâr Anca. Geochimia elementelor majore din zăcămintul de sulfuri polimetalice de la Fundul Moldovei	49
5. Micu C., Paraschivescu C. Contribuții la cunoașterea geologiei părții de nord a munților Relezat, între Rîul Alb-rîul Nucșoara, cu privire specială asupra ivirilor de talc	71
6. Mușal A. I., Vasilascu Olimpia. Mineralizațiile de sulfuri de la Fărăoane și Arșița (munții Bistriței — Carpații Orientali)	89
7. Proksch P. Considerații asupra unor anomalii geochimice semnalate în zona Valea Vinului: munții Rodnei	101
8. Zlatarova-Țop Ioazana, Mureșan M. Ivirile de minereuri manganifere metamorfozate din bazinul văii Borcea (munții Bistriței)	111



CONTENU

(Résumés)

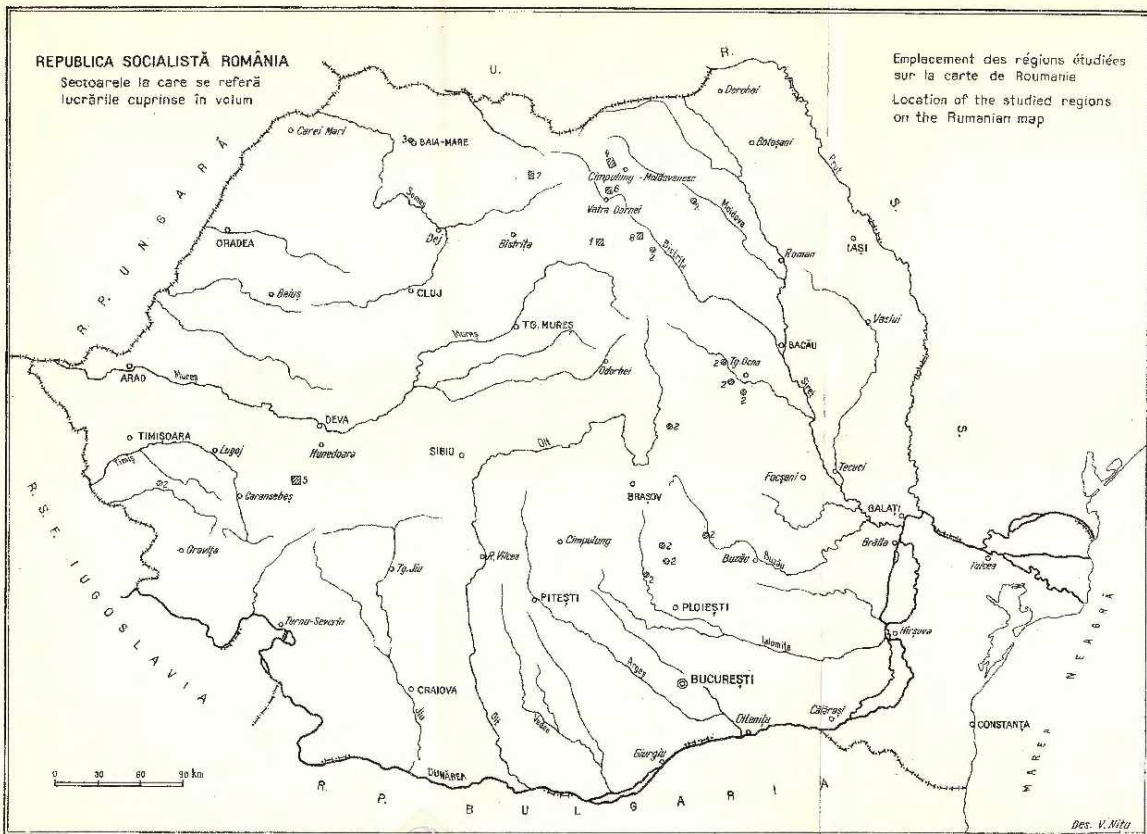
GISEMENTS		Page
1. BALINTONI I. Relation entre le volcano-karst et l'épigenèse dans le gisement de soufre des monts Călimani		11
2. DUMITRESCU C., DUMITRESCU FLORICA. Contributions à la connaissance de la substance organique de certaines roches bitumineuses de Roumante . .		25
3. GURĂU A., ROȘU N., BĂLAȘA E., BORDEA R. Sur la structure et la genèse du gisement aurifère Borzaș (Baia-Mare)		44
4. KRÄUTNER H. G., ANDĂR P., ANDĂR ANCA. Géochimie des éléments majeurs du gisement de sulfures polymétalliques de Fundul Moldovei		68
5. MICU C., PARASCHIVESCU C. Contributions à la connaissance de la géologie de la partie septentrionale des monts Retezat, entre les rivières Alb et Nucșoara, concernant les affleurements de talc		86
6. MUȘAT AL. I., VĂSILESCU OLIMPIA. Minéralisations de sulfures de Fărăoane et Arșița (monts de Bistrița — Carpatés Orientales)		98
7. PROKSCH P. Considérations sur certaines anomalies géochimiques signalées dans Vallée Vinului — monts Rodnei		109
8. ZLATAROVA-ȚOP LOZANA, MUREȘAN M. Minerais manganésifères métamorphisés du bassin de la vallée Borca (monts de Bistrița)		130



REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Sectoarele în 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



Redactor: MARGARETA PELTZ
Tehnoredactor și corector: P. MIHAILESCA
Traduceri: MARGARETA IĂRĂBU, P. CHEŢU
Ilustrații: V. NIŢU

*Dat în curs: ian. 1976. Bun de tipar: noiembrie 1976. Tiraaj: 1000 ex. Hărțile
scrise I.A. Formată 70 x 100/32 g. Coli de tipar: A,5. Comanda 282. Pentru bibliotecile
indicele de clasificare: 55(055).*

Întreprinderea poligrafică „Informația”, str. Bredăneanu nr. 24 - 25,
București - România.







INSTITUT GEOLOGIQUE

COMPTES RENDUS DES SÉANCES

TOME LVI

1968-1969

2. GISEMENTS



Institutul Geologic al României