

1303

ANUARUL
INSTITUTULUI
GEOLOGIC
AL
ROMÂNIEI

VOLUMUL XIV
1929



„CARTEA ROMÂNEASCĂ”, BUCUREȘTI

44.968

1930



Institutul Geologic al României



01303

ANUARUL
INSTITUTULUI
GEOLOGIC
AL
ROMÂNIEI



VOLUMUL XIV
1929



„CARTEA ROMÂNEASCĂ“, BUCUREȘTI

44.968

1930



Institutul Geologic al României

Redacțiunea Anuarului Institutului geologic al
României este sub îngrijirea d-lui profesor SAVA
ATHANASIU.



CUPRINSUL - CONTENU

	<u>Pagina</u>
DR. TH. KRÄUTNER. Cercetări geologice în cuveta marginală mesozoică a Bucovinei, cu privire specială la regiunea Rarăului	1
— Geologische Untersuchungen in der mesozoischen Randmulde der Bukowina mit besonderer Berücksichtigung des Rarău-Gebietes	31
ENRIC WACHNER. Urme de ghețari în Munții Bucegilor.	63
— Gletscherspuren des Bucegi-Massivs	75
DR. MARTIN ROSKA. Notă preliminară asupra cercetărilor paleolitice făcute în cursul anului 1928	79
— Paléolithique de la Transylvanie	99
— Le Paléolithique de la Transylvanie	123
P. PETRESCU. Contribuțiuni la studiul apelor sărate din formațiunile cu petrol	127
— Contributions à l'étude des eaux salées se trouvant dans les formations de pétrole.	127
GE. MACOVEI und I. ATANASIU. Geologische Beobachtungen über das Miozan zwischen dem Siret und dem Nistru in der Bukovina und im nördlichen Besarabien	169



PERSONALUL INSTITUTULUI GEOLOGIC AL ROMÂNIEI ÎN ANUL 1929

Membru de onoare : MATHEI M. DRĂGHICEANU, Inginer de Mine.

Director : DR. L. MRAZEC, prof., universitar membru al Acad. Române.

Subdirector : DR. GH. MACOVEI, profesor la Școala Politehnică.

I. SERVICIUL GEOLOGIC

DR. SAVA ATHANASIU, prof. universitar, membru coresp. al Academiei
Române, geolog șef cl. I.

DR. ST. N. CANTUNIARI, geolog șef cl. II.

DR. OTTO PROTESCU, Geolog șef cl. III.

DR. HORIA GROZESCU, profesor la Școala Politehnică din Timișoara
geolog șef cl. III.

DR. ERICH JEKELIUS, geolog șef cl. III.

DR. IOAN ATANASIU, geolog cl. I.

DUMITRU ȘTEFĂNESCU, geolog cl. I.

DR. TEODOR KRÄUTNER, geolog cl. II.

GH. MURGEANU, geolog cl. II.

AL. CODARCEA, geolog cl. II.

DR. MIRCEA SAVUL, geolog cl. II.

MILTIADE FILIPESCU, Geolog cl. III.

MIRCEA PAUCĂ, geolog asistent.

DR. DAN GIUȘCĂ, Geolog asistent.

MIRCEA ILIE, geolog asistent.

ȘTEFAN GHIKA-BUDEȘTI, geolog asistent.

ALEXANDRU IONESCU, geolog asistent.

PETRE SOVATI, Preparator cl. I.

CONST. ILIESCU, preparator cl. II.

MARTIN ȚNEDEȘ, Laborant cl. II.

MAREȘ ION, laborant cl. II.

NICOLAE I. M. VOINEA, Laborant cl. III.



SECȚIUNEA DE GEOLOGIE ECONOMICĂ, STATISTICĂ MINIERĂ ȘI PROSPECȚIUNI.

TOMA P. GHITULESU, inginer ord. cl. II.
MIRCEA SOCOLESCU, inginer ord. cl. II.
IULIAN GAVĂT, inginer ord. cl. III.
SABBA S. ȘTEFĂNESCU, inginer ord. cl. III.
GHEORGHE RUSSO, inginer ord. cl. III.
CONSTANTIN R. BRĂTESCU, inginer ord. cl. III.
TEODOR BĂRBAT, inginer ord. cl. III.
LĂPUȘANU VASILE, șef birou cl. I.
MAFTEI CIURLA, laborant cl. II.

BIBLIOTECA ȘI BIROUL PUBLICAȚIILOR.

GHEORGHE T. NICULESCU, șef de serviciu cl. I.
CONSTANTIN OLTEANU, șef de serviciu cl. III.
TH. THEODORESCU, laborant cl. I.

BIROUL CARTOGRAFIC

FREDI WAHNIG (desenator-cartograf), subdirector cl. II.
ANTON HAGIU (desenator-cartograf), șef de serviciu cl. III.
ȚOIU DUMITRU (desenator-cartograf), șef de birou cl. II.
OCTAV STOIAN, (desenator-cartograf), șef de birou cl. II.
IOAN PETRESCU, (desenator-cartograf), șef de birou cl. II.
PAUL BOLTRES, (fotograf), șef de birou cl. II.
PAMFIL P. POLONIC (desenator-cartograf), subșef de birou.

II. SERVICIUL AGROGEOLOGIC

DR. TEODOR SAIDEL, chimist șef cl. I.
DR. PETRE ENCULESCU, geolog șef cl. I.
EM. PROTOPOPESCU-PAKE, geolog șef cl. II.
NICOLAE C. CERNESCU, chimist cl. II.
MIRCEA POPOVĂȚ, geolog asistent
ILIE VIEZURE, laborant cl. II.
DAVID MURARIU, laborant cl. III.



III. SERVICIUL LABORATORULUI DE CHIMIE

DR. EMIL CASIMIR, chimist șef cl. I.
ELIZA L. ZAMFIRESCU, Chimist șef cl. III.
PETRE PETRESCU, chimist cl. I.
DR. CONSTANTIN CREANGĂ, chimist cl. I.
DR. NICOLAE METTA, chimist cl. II.
ALEXANDRINA POPESCU, chimist cl. III.
MIHAIL DIMITRIU, chimist asistent
VOICU DUMITRU, preparator cl. I.
GHEORGHE POTOR, laborant cl. II.
ION LĂZĂROIU, laborant cl. III.

IV. SERVICIUL ADMINISTRATIV

GHEORGHE PETRESCU, subdirector cl. I.
CHR. NASTEA, șef serviciu cl. III.
MIHAIL MARIN, intendent.
DUMITRU IORDAN, laborant cl. I.
VESCERDI PETRE, laborant cl. III.
BARBONEA DUMITRU, laborant cl. III.
NICOLAE BĂLĂNESCU, laborant cl. III.

ATELIERUL MECANIC ȘI DE TAMPLĂRIE

CONSTANTIN STAN, șofeur-mecanic.
ILIE NEGULESCU, mecanic constructor.
ȘTEFAN DRĂGHICI, ajutor mecanic.
ALEXANDRU POP, laborant cl. II.





VALERIU POPOVICI-HAȚEG



VALERIU POPOVICI-HAȚEG

La 27 Decembrie 1929 s'a stins din viață *Valeriu Popovici-Hațeg*, fost Subdirector al Institutului geologic al României.

Născut în 1868 în comuna Hațeg, districtul Hunedoara, a urmat școala primară românească din comuna sa natală, iar învățământul secundar l'a terminat la Liceul Sf. Sava din București și în 1890 obține diploma de Bacalaureat în litere și științe dela Universitatea din București. În 1891 pleacă la Paris unde în 1893 ia diploma de Licențiat în Științe naturale și în 1898 obține diploma de Doctor, cu mențiunea „très honorable”, pentru lucrarea „*Etude geologique des environs de Câmpulung et de Sinaia*”, făcută sub conducerea profesorului *Munier Chalmas* de la Facultatea de Științe.

Indată după întoarcerea sa în țară, în toamna anului 1898, Popovici-Hațeg este numit Geolog la serviciul geologic înființat atunci pe lângă Direcțiunea Minelor din Ministerul Domeniilor, pentru a înlocui Biroul geologic care fusese desființat încă din 1889.

Pe terenul geologiei țării *Popovici-Hațeg* a lucrat asupra regiunii muntoase din districtul Prahova, Muscel și Dâmbovița ; în special masivul Bucegilor a exercitat o deosebită atracțiune asupra lui. Între 1896 și 1900 a publicat numeroase studii geologice și paleontologice asupra depozitelor jurasice, cretacice și eocene din regiunea ce și-o alesese pentru studiu. Toate lucrările științifice ale lui Popovici-Hațeg sunt caracterizate prin rigurositatea observațiilor, ceea ce face ca valoarea lor să rămâie întregă cu toate studiile făcute în această regiune, până astăzi.

În calitate de Geolog la serviciul geologic de pe lângă Direcțiunea Minelor a lucrat harta geologică a României, pe scara 1 : 300000, hartă păstrată într'un singur exemplar în biblioteca Institutului Geologic și care a fost prezentată la expoziția din 1900.

Activitatea cea mai frumoasă a lui *Popovici-Hațeg* a fost însă consacrată Institutului Geologic al României de pe lângă Ministerul Industriei și Comerțului. Dela înființarea acestei instituțiuni în Aprilie 1906 și până în 1928 Popovici-Hațeg a funcționat neîntrerupt ca Subdirector, având în special în sarcina sa partea administrativă. În această însă-



cinare s'a dovedit ca un administrator chibzuit, prevăzător și de o corectitudine exemplară.

Pentru activitatea sa științifică Popovici-Hașeg a obținut numeroase distincțiuni române și streine.

Nobleța caracterului lui *Popovici-Hașeg*, lealitatea perfectă față de colegi, bunătatea și imparțialitatea ce o arăta față de subalterni, i-au asigurat stima și dragostea tuturor membrilor Institutului Geologic.

Fie ca activitatea științifică și patriotică pe care el a desfășurat'o în vieța sa, precum și amintirile frumoase ce le-a lăsat, să contribuie ca o mică consolare a îndureratei lui soții și a tuturor cari l'au iubit.



V. POPOVICI-HATZEG

Le 27 Décembre 1929 est décédé V. Popovici-Hatzeg, ex sous-directeur de l'Institut Géologique de Roumanie.

Né en 1868 à Hatzeg, district de Huniedoara, il suivit les cours de l'école primaire roumaine de sa ville natale pour finir l'école secondaire au lycée S-t Sava de Bucarest. En 1890 il obtient le diplôme de baccalauréat ès lettres et sciences de l'Université de Bucarest. En 1891 il va à Paris où il obtient le diplôme de licence ès Sciences naturelles en 1893 et passe son doctorat en 1898 avec la mention „très honorable” pour son travail „Etude géologique des environs de Sinaïa et Câmpulung” dirigé par le Professeur Munier-Chalmas de la Faculté des Sciences.

Dès son retour, pendant l'automne de 1898, Popovici-Hatzeg est nommé géologue au service géologie qu'on venait de créer auprès de la Direction des Mines du Ministère des Domaines pour remplacer le Bureau géologique, supprimé en 1889.

Dans le domaine de la géologie roumaine, Popovici-Hatzeg a étudié la région montagneuse des districts de Prahova, Dâmbovița et Muscel. C'est surtout le massif de Bucegi qui a exercé sur lui une attraction particulière. Entre 1896 et 1900 il a publié de nombreuses études géologiques sur les dépôts jurassiques, crétacés et éocènes se trouvant dans la région qu'il avait choisie pour ses études. Tous les travaux scientifiques de Popovici-Hatzeg sont caractérisés par des observations rigoureuses ce qui fait que leur valeur soit la même, malgré les études ultérieures entreprises dans cette région.*

En qualité de géologue au Service Géologique affecté à la Direction des Mines il a dressé la carte géologique de la Roumanie, échelle 1 : 300.000, carte conservée en un seul exemplaire à la bibliothèque de l'Institut Géologique et qui fut présentée à l'Exposition de 1900.

Cependant Popovici-Hatzeg a consacré la plus grande partie de son activité à l'Institut Géologique de Roumanie adjoint au Ministère de l'Industrie et du Commerce.

Dès la fondation de l'Institut (1960) jusqu'en 1928 Popovici-Hatzeg fut tout le temps sous-directeur chargé spécialement de l'administra-



tion. Il s'est acquitté de cette charge faisant preuve d'un administrateur réfléchi, prévoyant, doué d'une corectitude exemplaire.

Son activité scientifique lui a valu de nombreuses distinctions roumaines et étrangères.

La noblesse de son caractère, sa loyauté envers ses collègues, la bonté et l'impartialité qu'il montrait à ses subalternes lui ont assuré l'estime et l'affection de tous les membres de l'Institut Géologique.

Fasse que l'activité scientifique et patriotique qu'il a déployée dans sa vie ainsi que les beaux souvenirs qu'il a laissés, contribuent en certaine mesure à la consolation de sa veuve éprouvée et de tous ceux qui l'ont aimé.



LUCRĂRILE LUI V. POPOVICI-HATZEG

LES TRAVAUX DU V. POPOVICI-HATZEG

1. LES COUCHES NUMMULITIQUES D'ALBEȘTI (ROUMANIE). *Bul. Soc. Géol. de France*, 3-e série, tome XXIV, pg. 247—249, Paris 1896. Tradusă în : *Bul. Soc. Ing. Ind. Min. Rom.* I, fasc. 1, 1897, pg. 34—37. București 1897.

Numuliticul dela Bughea de Sus, Albești și Cândești e format din calcare dure, cenușii și gălbui peste care vin calcare grezoase și conglomerate cuarțoase. Calcarele gălbui sunt cele mai bogate în fosile și cuprind : Numuliți, Assiline, Operculine, Orthophragmine, dinți de Selacieni, Serpule, Echinizi, Crinoizi, Brachiopode. Fauna este caracteristică Eocenului mediu. Este prima listă detaliată a faunei dela Albești.

Se mai semnalează un petec de șisturi cristaline, pe care se reazămă aceste strate sedimentare, și o ivire importantă de rocă eruptivă (granulit cu bobul mare) în plin Numulitic, identică cu cea din Muntele Cristianu (Massivul Leaota).

2. NOTE SUR LE JURASSIQUE DES DISTRICTS DE MUSCEL, DÂMBOVIȚA ET PRAHOVA. *Bul. Soc. Șt. Fizice din București*, An. V, pg. 281—282, 1896.

Se constată prezența Jurasicului mediu la Strunga, Răteiu, Lespezile și Zănoaga, iar Jurasicului superior sunt atribuite masivele calcare Piatra Craiului, Nămăești și Bucegi și Klipele din aceștia din urmă. Arată că marnele hidraulice din valea Prahovei nu sunt jurasice, ci neocomiene. Citează marea grotă dela Piatra Craiului, necunoscută până atunci.

3. NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LE CALCAIRES TITHONIQUES ET NÉOCOMIENS DES DISTRICTS DE MUSCEL, DÂMBOVIȚA ET PRAHOVA (ROUMANIE). *Bul. Soc. Géol. de France*, 3-e série, tome XXV, pg. 549-553, Paris 1897. Tradusă în : *Bul. Soc. Ing. Ind. Min. Rom.* II, fasc. 4, 1898, pg. 3—9, București, 1898.

În această notă, care completează pe cea anterioară se semnalează pentru prima oară șisturile cristaline pe malul drept al Ghimbavului dela frontieră până în defileul Dâmboviței dela Rucăr. În cecece privește masivele calcare pe baza faunei bogate găsite la Dealul Sasului și în alte părți, s'a stabilit că ele aparțin la două nivele : un nivel inferior, jurasic (Stratele de Stramberg) și un nivel superior, cretacic (Stratele de Berrias și Neocomianul propriu zis). La partea superioară calcarele devin marnoase și trec la Barremian.

4. SUR L'ÂGE DES CONGLOMÉRATS DES BUCEGI (ROUMANIE). *Bul. Soc. Géol. de France*, 3-e Série, tome XXV, pag. 669—675. Paris 1897. Tradusă în *Bul. Soc. Ing. Ind. Min. Rom.* III, fasc. 1, 1899, pg. 7—14, București 1899.

Conglomeratele de Bucegi, considerate până acum când cretacice inferioare și superioare, când cocenice, sunt atribuite Cenomanului pe baza fosilelor găsite în Valea lui Ecle (Rucăr) la Mtele Oarzele și la Piscu cu Brazi.

Ele sunt acoperite de marne roșii și cenușii a căror vârstă nesigură a fost determinată



ca senoniană superioară pe baza belemnitelor găsite (invecinate cu *Belemnitella mucronata* SCHIOTH).

5. PEȘTERA DELA SCHITU IALOMIȚA (cu un plan topografic, 1:1250, executat de Ing. I. Sângeorzan). Bul. Soc. Ing. Ind. Min. Rom. I, fasc. 4, pg. 3—9, București, 1897.

Se descriu o serie de peșteri noi, în legătură cu marea peșteră dela intrare, singura cunoscută până atunci. S'au găsit numeroase schelete și oase de *Ursus spelaeus* BLUM.

Se menționează în Valea Lupului (Rucăr), prezența unui calcar cu faună oxfordiană.

6. NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LE JURASSIQUE SUPÉRIEUR DE RUCĂR (ROUMANIE). Bul. Soc. Géol. de France 3-e série, tome XXVI, pg. 122—124, Paris, 1898.

În Valea Lupului sub calcarele titon-neocomiane, se întâlnește un calcar roșu în care se deosebește un orizont superior plin de Crinoide și un orizont de bază, breccios și care pe lângă alte fosile cuprinde: *Phylloceras tortisulcatum* D'ORB și un *Phylloceras* foarte apropiat de *Ph. antecedens* POMPEKJ, care fixează vârsta acestor calcare la baza Oxfordianului inferior, chiar la limita straterelor Calloviane terminale cu *Cardioceras Lambertii*.

Calcarele roșietice dela N de grota Valea Cambii (versantul W al Pietrii Craiului) sunt tot oxfordiane.

7. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU CRÉTACÉ DES ENVIRONS DE RUCĂR ET DE PODU DĂMBOVITZEI (ROUMANIE). Bul. Soc. Géol. de France, 3-e série, tome XXVI, pg. 125—128, Paris, 1898.

Se arată extensiunea Barremianului în basinul Dâmbovicioarei, unde el ocupă suprafețe restrânse.

Conglomeratele de Bucegi ocupă o mare întindere în împrejurimile Rucărului și Podului Dâmboviții. La Podul Cheii ele conțin o faună de cefalopode care confirmă vârsta lor cenomaniană.

La N. de Rucăr și pe versantul nordic al Posadei peste conglomeratele cenomaniane se află o puternică serie de marne foioase, uneori gazoase fără fosile și considerate până aci ca miocene. Caracterele lor petrografice și stratigrafice arată că ele sunt identice cu Senonianul dela Puchenii, Comarnic, Tohanul vechiu.

8. ÉTUDE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE CÂMPULUNG ET DE SINAIA (ROUMANIE). Paris 1898 Vol. in 8°, de 217 pg., cu o hartă geologică 1:200.000.

Această lucrare a fost prezentată Facultății de Științe din Paris, ca teză de doctorat în științele naturale, obținând mențiunea cea mai înaltă decernată de această facultate.

Este prima lucrare stratigrafică de ansamblu în această regiune. După lista lucrărilor referitoare la regiune se descrie orografia și hidrografia ei. În partea stratigrafică, se studiază pentru prima oară detaliat șisturile cristaline din Masivul Leaota. Rocile lor sunt raportate la cele 2 grupe stabilite de L. MRAZEC în Carpații de Sud. Ele sunt străbătute de granite și diabaze.

Seria depozitelor sedimentare din regiune începe cu Jurasicul mediu care e reprezentat prin Bajocian, Bathonian și Callovian inferior, deci echivalent cu Stratele de Claus. Urmează transgresiunea locală a Oxfordianului inferior (Rucăr) și marea transgresiune portlandiană care a depus masele calcaroase din Valea Dâmboviței și Ialomiței, de facies titonic. Urmează concordant Berriasianul și Neocomianul. Peste Neocomian vin calcare marnoase barremiane, fosilifere, slab dezvoltate în basinul Dâmbovicioarei. Gresiiile și marnele de ciment nefosilifere din Valea Prahovei sunt considerate tot ca barremiane. Marea transgresiune a conglomeratelor de Bucegi este considerată ca fiind de vârsta cenomană pe baza fosilelor caracteristice aflate. O transgresiune următoare este aceea a marnelor roșii senoniane determinate ca atare prin *Belemnitella Hoeferi* și *Inoceramus*. Peste ele, Terțianul discordant începe cu Eocenul, reprezentat prin calcare nummulitice (Albești) aparținând Eocenului mediu echivalent celui dela Porcești (Transilvania) și prin gresia carpatică eocenă (Flysch) a cărei vârstă e probabil eocenă inferioară cum rezultă



în unele locuri din superpoziția Nummuliticului peste ea. Urmează transgresiunea Helvețianului, apoi aceea a Pontianului. Seria sedimentară se încheie cu pietrișurile vechi pleistocene, loessul și depozitele recente (din peșteri, tufuri calcaroase, aluviuni). Se enumeră 13 caverne din care 9 descoperite de autor. Se mai consacră un capitol zăcămintelor de roce utile: cărbuni, petrol, sare, minereuri, etc., și apelor minerale (în cea mai mare parte necunoscute).

La urmă autorul arată pe scurt istoria mărilor și a mișcărilor terestre din regiunea studiată.

Această lucrare de mare valoare a servit de bază cercetărilor tuturor geologilor care s'au mai ocupat în urmă de această regiune.

9. CARTE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE CÂMPULUNG ET SINAIA (ROUMANIE ET TÖRZBURG TRANSYLVANIE). Paris 1899. Echelle 1 : 200.000.

Cuprinde regiunea studiată în lucrarea de doctorat. Este prima hartă de detaliu, la scară mai mare, apărută la noi. Cuprinde 14 separațiuni în culori și 16 feluri de indicațiuni de cariere, mine, ape minerale, etc.

10. CONTRIBUTIONS À L'ÉTUDE DE LA FAUNE DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DE ROUMANIE. ENVIRONS DE CÂMPULUNG ET DE SINAIA. Mém. Soc. Géol. de France, tome VIII, fasc. III, Mém. No. 20, pg. 1—20, pl. XIV—XV, Paris 1899.

Este o lucrare fundamentală, în care se descrie o faună așa de rară în Flișul cretacic din Carpați. Sunt mai ales fosile cenomane provenind cele mai multe din regiunea Rucăr. Podu Dâmboviței și câteva fosile senoniane care precizează etatea marnelor senoniene ca emscheriane. Se descriu Brachiopode, Lamellibranchiate, Gasteropode, Cefalopode, Gymnosperme și se stabilesc și descriu următoarele genuri și specii noi: *Trajanella Munieri* (Gasteropod), *Puzosia Takei* și *Puzosia Alimanestianui* (Cefalopode).

11. PREZENȚA DE ODINIOARĂ A GHETARILOR ÎN MASIVUL BUCEGI. Bul. Soc. de Științe. VIII, no. 1—2, pg. 4. București 1899. Procesul verbal al ședinței din 2/14 XI. 1898.

Se susține existența glaciațiunii în Bucegi (cercul dela Găuri și cel dela Obârșia Ialomiței) contra păreri lui Lehmann.

12. CARTE GÉOLOGIQUE DE LA ROUMANIE. ECHELLE 1 : 300.000. Ministère des Domaines. Bucarest 1900.

Harta este în stare de manuscris, are 35 separațiuni în culori. Exemplar unic în posesia Bibliotecii Institutului Geologic al României. A fost expusă la expoziția universală din Paris dela 1900 și prezentată la congresul geologic internațional dela Paris. Netipărită din lipsă de fonduri.

13. PREZENȚA PETROLULUI ÎN CRÉTACIC în colaborarea cu L. MRAZEC și W. TEISSEYRE. Bul. Soc. Științe XI pg. 487, 1902, ședința 6 Mai. Nu s'a publicat.

14. NECESITATEA CREĂREI UNEI INSTITUȚIUNI GEOLOGICE ÎN ROMÂNIA. Raport înaintat D-lui Ministru al Agriculturii, Industriei, Comerțului și Domeniilor. București 1902. Ed. Minerva.

Într'o broșură de 15 pg. se expun motivele pentru care trebuie creiat un Institut geologic la noi și se arată care ar trebui să fie programul unui astfel de institut. La urmă se rezumază activitatea Laboratorului de Geologie din Ministerul de Domenii, dela înființare (1.VIII. 1898) până la 1901 inclusiv.

15. LES CÉPHALOPODES DU JURASSIQUE MOYEN DU MONT STRUNGA (MASSIF DE BUCEGI). Mém. Soc. Géol. de France, tome XIII, fasc. 3., mém. No. 35 pg. 1—28, pl. IX—XIV, Paris 1905.

Cefalopodele descrise în acest memoriu fundamental pentru descrierea Jurasicului mediu, provin dintr'un banc de 70—80 cm. grosime de calcare brune cu numeroase concrețiuni feruginoase, acoperite de calcarele titonice și răsămându-se pe o serie bazală de con-



glomerate cuarțoase și gresii aparținând Bajocianului și basei Bathonianului. Bancul de calcare brune conține o faună foarte bogată în forme bathoniane superioare. Se întâlnesc și câteva forme calloviane, provenind probail din partea superioară a bancului. Genul *Phylloceras* e cel mai frecuent fosil. Se descriu și câteva specii noi: *Oppelia Mauriorae*, *Oppelia Redlichi*, *Hecticoceras Haugi*, *Sphaeroceras Uhligi*, și câte un *Phylloceras*, *Lytoceras* și *Perisphinctes* n. sp. indet.

16. REGIUNEA DINTRE ȘINAIA ȘI CURMĂTURA CIORII. An. Inst. Geol. Rom. I, Rap. Activ. în 1906—1907, pg. XI, I. București 1908.

Se arată dezvoltarea Cretacicului inferior marnos și grezos și a Cenomanului în această regiune. În Poiana Ciorii (vechea graniță) s'au descoperit clipe de calcare titou — neocomiane (Vful Cucula).



CERCETĂRI GEOLOGICE

IN CUVETA MARGINALĂ MESOZOICĂ A BUCOVINEI, CU PRIVIRE SPECIALĂ LA REGIUNEA RARĂULUI.

Cu 1 hartă geologică 1:50.000, 1 planșă de profile 1:50.000, 1 schiță geologică
1:200.000, 3 profile și 15 planșe fotografice

DE

Dr. THEODOR KRÄUTNER

INTRODUCERE

Prima notiță geologică cu privire la mesozoicu din Bucovina, este a lui A. v. ALTH ¹⁾, care descrie profilul Văii Lucava și semnalează prezența „calcarelor jurassice”. Cu ocazia primelor ridicări geologice făcute de k. u. k. Geologische Reichsanstalt din Viena, au lucrat mai mulți geologi în mesozoicul Bucovinei, ca: HAUER, RICHTHOFEN ²⁾ și ANDRIAN ³⁾. De importanță deosebită pentru dezvoltarea studiilor în Bucovina, au fost lucrările în mesozoicul transilvanean ale lui HAUER și STACHE ⁴⁾, HERBICH ⁵⁾ și MOJSISOVICS ⁶⁾. Primul geolog, care ne dă o descriere mai dezvoltată a sedimentelor mesozoice din Bucovina, este însă C. M. PAUL ⁷⁾. După acest autor, sedimentele mesozoice sunt acoperite concordant de seria flișului (Valea Pârkalab și V. Sărata). La Breaza, recunoaște chiar tectonica lor în forma unui sinclinal, care poate fi urmărit până în regiunea Rarăului. Petecele mesozoice situate pe cristalinul Munților Bistriței au fost descoperite și descrise tot de acest autor. Seria permomesozoică, după PAUL, începe cu gresii și conglomerate permice (verrucano), peste care urmează calcare și dolomite, considerate ca triasic

¹⁾ ALTH A. v.: Ein Ausflug in die Marmaroscher Karpathen. Mitt. d. k. u. k. geogr. Ges. 1858.

²⁾ HAUER und RICHTHOFEN: Bericht über die geol. Übersichtsaufnahmen im nordöstl. Ungarn. Jahrb. d. geol. R. A. Wien 1859.

³⁾ ANDRIAN F. v.: Aufnahmen im westl. Teil der Bukovina und im Kolomeer Kreise. Jahrb. d. geol. R. A. Wien 1860.

⁴⁾ HAUER und STACHE: Geologie Siebenbürgens Wien 1863.

⁵⁾ HERBICH F.: Neue Beobachtungen in den ostsiebenbürgischen Karpathen. Verh. d. Geol. R. A. Wien 1873 No. 16.

⁶⁾ HERBICH F.: Das Szeklerland. Mitt. aus d. Jahrb. d. ung. geol. Anstalt B. v. 1878 Budapest.

⁷⁾ MOJSISOVICS: Über norische Bildungen in Siebenbürgen. Vert. d. geol. R. A. Wien 1875 No. 8.

⁷⁾ PAUL C. M.: Grundzüge der Geologie der Bukovina. Jahrb. d. Geol. R. A. Wien 1876, p. 261—330.



inferior. Deasupra lor se găsesc așa numitele „Jaspis-Schichten”, alcătuite din roce silicioase, roșii, uneori argiloase și chiar calcaroase, pe cari le consideră ca triasice. PAUL recunoaște deasemenea melafirele și diabazele dela Tâmpa și Breaza. Deasupra stratelor cu jasp urmează un orizont calcaros, slab dezvoltat, mai mult sub forma de clipe, în care se găsesc multe fosile și în care pot fi deosebite două orizonturi stratigrafice.

În orizontul inferior, găsim :

<i>Posidonomia Wengensis</i>	WISSM.
<i>Daonella Lommeli</i>	WISSM.
<i>Trachyceras Archelaus</i>	LAUBE
<i>Sageceras Walteri</i>	MOJS. n. sp.
<i>Lytoceras Wengense</i>	WISSM.
<i>Arcestes sp. indet.</i>	

În orizontul superior :

<i>Daonella reticulata</i>	MOJS.
<i>Daonella Pichleri</i>	GÜMB.
<i>Daonella Pauli</i>	MOJS.
<i>Pecten n. sp.</i>	

După aceste fosile calcarele respective sunt de vârstă triasică superioară (Etajul noric). Fauna orizontului inferior corespunde faunei stratelor de Wengen, iar orizontul superior calcarelor de Föned. Stratele cu jasp sunt comparate cu stratele de Buchenstein (Triasic. sup.). Cu triasicul superior, după PAUL, se încheie seria mesozoicului din Bucovina. Rarăul ar fi alcătuit tot din calcare și dolomite triasice inferioare. În acelaș an a apărut lucrarea lui WALTHER ¹⁾, care însă, în ceea ce privește mesozoicul, este în acord cu rezultatele obținute de PAUL.

O epocă nouă în dezvoltarea cunoștințelor noastre despre geologia Bucovinei, începe cu cercetările lui UHLIG ²⁾, care, cunoscând Carpații

¹⁾ WALTHER B.: Die Erzlagerstätten der südlichen Bukowina. Jahrb. d. Geol. R. A. Wien 1876, p. 343—426.

²⁾ UHLIG V.: a) Vorläufiger Bericht über eine geologische Reise in das Gebiet der Goldenen Bistritz, (NE-Karpathen) Sitzber. Ak. d. Wiss. Naturw. Kl. B. 98, I. Abt. 1889 Wien.
 „ b) Über die Beziehungen der südlichen Klippenzone zu den Ostkarpathen. Ibidem B. 106. I. Abt. 1897, Wien.
 „ c) Über die Klippen der Karpathen. C. R. Congr. internat. de Géol. IX. Wien 1903.
 „ d) Bau und Bild der Karpathen Wien 1903.
 „ e) Über die Tektonik der Karpathen. Sitzber. d. Ak. Wiss. Naturw. Kl. B. 116, I. Abt. 1907 Wien.
 „ f) Das Vorkommen der Werfener Schiefer im Valea seaca bei Kimpolung (Câmpulung) in der Bukowina. Mitf. d. Geol. Ges. Wien III. 1910.



de Nord ca și Alpii orientali, a putut realiza prima sinteză asupra geologiei și tectonicei Carpaților orientali. In ceea ce privește stratigrafia, UHLIG a fixat următoarea succesiune a stratelor :

- Cuarțit și conglomerat permic (Verrucano)
- Calcare dolomitice și dolomite (Trias. infer., în lucrările mai noi tot Verrucano).
- Șisturi silicioase (Jaspis-Schichtem) și gresii, (Trias. med. și sup.)
- Deasupra lor urmează Titon-Neocom.

In afară de această serie, care are o răspândire mare în cuveta marginală mesozoică, UHLIG a recunoscut o a doua serie, care apare sub forma de clipe și care cuprinde mai ales seria triasicului alpin în facies de Hallstatt. S'a putut deosebi :

- Etajul anisic : Stratele de Werfen cu *Natiria costata*
Myophoria costata
Pseudomonotis cfr., *angulosa*
Turbo rectecostatus
- „ carnic : Calcare recifale cu *Halobia austriaca* și *Brachiopode*
- „ Calcarele roșii cu : *Trachyceras Aon*
Calcare recifale la Valea Mare lângă Câmpulung
- „ noric : Fauna cu *Trachyceras*, orizontul de Wengen și Fured
(Lista fosilelor vezi la Paul).
Calcare de Hallstatt, în Valea Mesteacăn, lângă Câmpulung.
- „ retic : Calcare retice cu brachiopode la Pojorâta.
- Liasicul : Facies de Adneth cu amoniți, Val. seaca lângă C.-Lung.
- Doggerul (Bajocien-Bathonien) : cu *Pseudomotis alpina*, la Pojorâta și *Sphaeroceras* la Izvorul alb.
- Malm-Titonicul : Calcare verzui și roșii, Stratele cu *Acanthicus* (*Psiloceras Acanthicum*) trecerea la calcare albe cu nerinee.
- Titon-Neocomianul : Calcare cu Caprotine (la Rarău) Belemniti și Amoniți.
- Din Rarău mai citează după GR. ȘTEFĂNESCU¹⁾. Amoniți :
Desmoceras Dupinianum
„ *Luptaviense*
„ *Matheroni*.

In ceea ce privește tectonica, UHLIG²⁾ a recunoscut clar poziția sinclinală a sedimentelor mesozoice, mai ales în partea sudică a cuvetei, unde

1) GR. ȘTEFĂNESCU : Anuarul biroului geol III. 1885. p. 51 București și Sitzber d. k. Ak. d. W. Wien. 98. B. p. 735.

2) UHLIG V. : 1. c. c. (d.)



sinclinalul se transformă, în mai mulți solzi, cari sunt separați unul de altul prin cristalin. Sinclinalele sunt umplute în cea mai mare parte de flișul neocomian. În 1907 UHLIG ¹⁾ interpretează cele două serii mesozoice sus citate ca două pânze suprapuse, din cari pânza inferioară sau bucoviniană, constituită de cristalin, verrucano (conglomerate și dolomite) și strate de jasp, are o răspândire mare, pe când pânza superioară — transilvană — constituită de triasicul fosilifer, jurasicul și neocomianul cu facies calcaros, se găsește numai sub forma de clipe cari sunt șariate peste pânza bucovineană. UHLIG are deci meritul că a contribuit foarte mult la cunoașterea geologiei Carpaților orientali.

Dintre elevii lui UHLIG a lucrat VETTERS ²⁾ în mesozoicul Bucovinei, cartând partea nordestică a cuvetei marginale în Valea Pârkalab și Sărata, și ajunge la aceleași concluziuni ca și UHLIG. În cristalinul Bucovinei a lucrat și TRAUTH ³⁾.

În partea sudică a cuvetei marginale situată în Moldova, a lucrat S. ATHANASIU ⁴⁾, care a stabilit următoarea serie mesozoică :

Conglomerate cuarțitice Verrucano
 Calcare dolomitice Triasic
 Șisturi silicioase (Jasp) Triasic?
 Gresii dure cu belemniti, Jurasic sau neocomian?
 Calcar cu caprotine și corali, Conglomerate, gresii.

Calcare au următoarele fosile :

La Pietrile Doamnei	}	<i>Requienia carinata</i> MATHERON
		„ (<i>Toucasia</i>) <i>gryphoides</i> Mth. sau
		„ <i>Lonsdalei</i> SOW.
		„ <i>Ammonia</i> GOLDF.
		<i>Rhynchonella asteriana</i> d'ORB.
		<i>Discoidea</i> și <i>Thamnastraea</i> .
La Rarău :	}	<i>Rhynchonella multiformis</i> RÖM.
		„ <i>lata</i> d'ORB.

¹⁾ UHLIG V. : l. c. c. (e.)

²⁾ VETTERS H. : Kleine Beiträge zur Geologie der Bukowina. Jahrb. d. Geol. R. A. Wien 1905.

³⁾ TRAUTH F. : Ein Beitrag zur Kenntnis des Ostkarpathischen Grundgeb. Mitt. d. Geol. Ges. Wien III. 1910.

⁴⁾ ATHANASIU S. : Geologische Beobachtungen in den nordmoldauischen Karpathen. Verh. d. Geol. R. A. Wien 1899 p. 133.



Din această faună reiese că vârsta calcarelor cu caprotine este apt-urgoniană.

Iviri noi de fosile triasice citează MERHARD. ¹⁾

Din „stratele de Werfen” în Valea seacă :

Pseudomonolis (Avicula) venetiana HAUER.

Myacites fassaensis WISSM.

Myophoria laevigata GOLDF.

Myophoria costata ZENK.

Gervilleia incurvata I.EPS.

„ n. sp. aff. *G. exporrecta* I.EPS.

Turbo rectecostatus HAUER.

Această faună indică prezența de „Seiser” și „Campiler-Schichten”.

Dintr'un bloc de calcar, din conglomerate cretacice (aptiene) dela Câmpulung :

Spiriferina uncinata SCHTH. (*Kössenensis*)

„ *Suessi* WINKL.

Amphiclina cfr. *intermedia* BITTN.

Rhynchonella fissicostata SUESS

„ cfr. *fissicostata* (SUESS) GEYER

Koninckina cfr. *elegantula* (ZUGM) BITTN.

„ sp.

Thecidium

Terebratula

Waldheimia

Rhynchonella

Spiriferina

Amphiclina

sp. indet.

Oxytoma inaequivalve SOW. var. *intermedia* EMM.

La „Hofmuseum” din Viena se găsesc următoarele forme :

Terebratula gregaria SUESS dela Măgura lângă Pojorâta

„ *Pyriiformis* SUESS „ „ „ „

Rhynchonella cornigera „ „ „ „

Ostrea Haidingeri EMM. „ Sadova.

După aceste fosile reiese, că clipele din conglomerate aptiene la Pojorâta—Sadova au o vârstă retică.

VOIZ ²⁾ descrie o faună de Corali neocomiani din Bucovina.

¹⁾ MERHARD G. v. : Neue Funde aus der Trias der Bukowina. Mitt. der Geol. Ges. Wien III. 1910.

²⁾ VOIZ U. : Über eine Korallenfauna aus dem Neocom der Bukowina. Beiträge zur Geologie und Paläontologie Österreich-Ungarns, B. XV. 1903 Wien.



Studiile asupra mesozoicului din Transilvania (JEKELIUS¹⁾, I. ATANASIU²⁾, și asupra zonei flișului din Carpații de Est (MACOVEI³⁾, ATANASIU I. ȘTEFĂNESCU D.⁴⁾ au o importanță deosebită și pentru studiul cuvetei marginale a Bucovinei. După studiile lui JEKELIUS în regiunea Hăghimașului Mare, reiese că stratele cu jasp, considerate până acum ca triasice, sunt de o vârstă callovien—oxfordiană. ATANASIU I. a găsit la Muntele Azovul mare (Munții Hăghimașului) în dolomitele și calcarele dolomitice, considerate de UHLIG ca permice, următoarea faună :

Myophoria costata ZIETEN
 „ *laevigata* ZIETEN
Anoplopora fassaensis WISSM.
Gervilleia modiola FRECH
 „ *exporrecta* FRECH
Pecten discites SCHLOTH
 „ *var. microtis* BITTNER
Pseudomonotis sp.
Naticella cfr. *costata* MSTR.

Pe baza acestei faune dolomitele trebuiesc atribuite etajului anisic al triasicului alpin și anume orizontului superior al Stratelor de Werfen (Campiler Schichten). Este posibil, că conglomeratele și gresiile, considerate ca verrucano, ar reprezenta tot triasicul inferior.

Din lucrările lui MACOVEI, ATANASIU I. și ȘTEFĂNESCU D., reiese o diviziune nouă stratigrafică a zonei flișului din Carpații orientali, diviziunea, pe care am aplicat-o flișului din cuveta marginală mesozoică.

Zona cretacică internă a flișului după acești autori este compusă din : Strate de Sinaia (Valanginian—Hauterivian), Șisturi negre (Barremian) și Apțianul cu cele trei orizonturi : orizontul marnos, orizontul gresos cu clipe de calcare recifale și orizontul conglomeratelor.

¹⁾ JEKELIUS E. : Der mittlere und obere Jura im Gebiet des Hăghimașul mare in Siebenbürgen. Bull. Sect. Scient. Acad. Roum. T. VII, 1920 — 21 — București, 1922 p. 127—134

²⁾ ATANASIU I. : La masse cristalline et les dépôts mesozoïques des monts Hăghimaș Guide des excurs. Ass. pour l'avanc. de la géol. des Carp. Deuxième réunion Bucarest 1927.

³⁾ MACOVEI G. : Aperçu géologique sur les Carpathes orientales. Guide des excurs Assoc. p. l'avanc. de la Géol. des Carp. Deuxième réunion Bucarest, 1927.

⁴⁾ ȘTEFĂNESCU D. : Cercetări geologice în basinul superior al râului Suceava, Bucovina Dări de seamă. Institut. geol. al Rom. Vol. X. 1921/22 București, 1927.



I. REGIUNEA RARĂULUI

I. PRIVIRE GEOLOGICĂ GENERALĂ

Regiunea Rarăului, situată în Bucovina, face parte din cuveta mesozoică marginală (Randmulde) și anume alcătuiește partea sudică a cuvetei, spre Sud de Valea Moldovei.

Cuveta marginală mesozoică a Bucovinei arată în partea sa nordică o tectonică foarte simplă și se găsește sub forma unei fâșii înguste de vreo 2 km. lățime între masa cristalină a Carpaților orientali și între zona flișului, începând sub forma de clipe isolate în NW Bucovinei, în văile Sărata și Pârkalab. Spre Sud însă, continuându-se spre Breaza și Valea Moldovei, devine mai largă, mai ales în regiunea situată spre Sud de Valea Moldovei, în regiunea Rarăului. Această lărgire este cauzată de o ridicare axială longitudinală a Munților Bistriței în regiunea Rarăului. Se poate observa pas cu pas, cum se ridică Cristalinul cu mesozoicul vechi, formând massivul Munților Bistriței, de sub sedimentele neocomiene, cu cât înaintăm spre Sud. Din această cauză în regiunea Rarăului putem observa raporturile tectonice ale mesozoicului, și mai ales raporturile între mesozoicul de pe Cristalin și între fliș. În cuveta mesozoică marginală putem distinge două flancuri: flancul intern și flancul extern, — numiri, cari au fost date încă de UHLIG¹⁾. Cuveta este umplută cu sedimentele flișului.

Flancurile extern și intern, au o bază formată de șisturi cristaline, peste cari urmează: conglomerate cuarțitice, gresii roșii sau albe micacee, cari sunt considerate ca Verrucano; deasupra lor urmează calcare dolomitice cari în partea lor inferioară sunt stratificate, trecând în sus în dolomite massive. UHLIG le-a considerat tot ca permice; după fosilele găsite de I. ATANASIU²⁾ la Muntele Azovul mare în regiunea Hăghimașului mare, trebuie să le considerăm ca triasice inferioare. Cu aceste dolomite se încheie în multe cazuri seria mesozoică continuă, și neocomianul se găsește adeseori transgresiv peste calcarele dolomitice. În unele locuri se mai găsesc deasupra dolomitelor gresii dure cenușii sau albastre, cari, după S. ATHANASIU³⁾ sunt uneori și direct transgresiv peste cristalin și în cari același autor a găsit belemnii. Gresiile pare a fi jurasice.

Stratele cu jasp oxfordien-calloviene au în unele locuri o dezvoltare

¹⁾ UHLIG V.: l. c. c.

²⁾ ATANASIU I. La masse cristalline et les dépôts mesozoïques des Monts Hăghimaș (Guide des Exc. Ass. carp. București, 1927.

³⁾ ATHANASIU S.: Geologische Beobachtungen in den nordmoldauischen Karpathen. Verh. d. Geol. R. A. Wien, 1899 p. 133.



îndeajuns de mare; calcarele titonice închid în unele locuri seria straterelor mesozoice vechi. Cuveta marginală este umplută cu sedimentele din zona flișului. Se găsesc: Strate de Sinaia (Valanginian-Hautervian). Șisturi negre (Barremian) în sinclinale mici, și în fine cele trei orizonturi ale Apțianului: Marne, gresii și conglomerate. În Apțian se găsesc numeroase clipe de calcare recifale cu Caprotine cari ating în regiunea Rarăului o dezvoltare extrem de mare. Mai departe Apțianul din regiunea Rarăului este caracterizat prin erupțiuni de roce eruptive basice, diabaze și melafire; la contactul lor, mai ales la contact cu seria marnoasă a Apțianului, se pot constata fenomene de contact, produse de diabaze și malafire.

Celelalte etaje, pe cari le menționează UHLIG¹⁾ în lucrările sale, mai ales triasicul alpin de tipul Hallstatt și jurasicul, se găsesc numai în mod sporadic sub forma de clipe mici sau mai mari, dar nicăeri într'o sedimentație continuă. Toate fosilele menționate din aceste etaje sunt găsite în blocuri rulate, cari se întâlnesc mai ales ca clipe mici în Apțian, sau deasupra Apțianului.

Pentru istoria geologică a regiunii, aceste clipe sunt de o însemnătate mare, pentru că prin ele pare dovedit, că aceste etaje, mai ales faciesul de Hallstatt al triasicului alpin, au avut o răspândire mare în regiunea Rarăului.

Raporturile între aceste clipe mesozoice și între seria permo-mesozoică alcătuită din conglomerate verrucanice, dolomite triasice, gresii jurasice, strate cu jasp callovien-oxfordiene și calcare titonice, nu sunt încă astăzi clarificate. Mai ales modul cum au ajuns aceste clipe în sedimentele apțiene este neclar. Există mai multe posibilități: este posibil că ele au ajuns în Apțian, pe o cale tectonică, sau au fost erodate de ape apțiene. În cazul din urmă însă este greu de explicat prezența jurasicului (dogger și tithon) *in situ* deasupra dolomitelor triasice.

2. OBSERVAȚIUNI PETROGRAFICE — ȘISTURILE CRISTALINE

Șisturile cristaline ale Munților Bistriței alcătuiesc baza flancului intern al cuvetei marginale mesozoice și se observă aproape continuu și la baza flancului extern. Șisturile cristaline fac parte din grupul II al Cristalinelor și sunt constituite mai ales din: șisturi sericice și cloritice, filite, filite cuarțoase, cuarțite negre și intercalații de calcare cristaline. Blocuri mari de cuarț de culoare albă curată se găsesc la Pârâul Hozdeu, aproape de linia de încălecare a Cristalinelor peste zona flișului. În continuare spre Sud, în Pârâul Gemeni, cristalinelor este foarte bogat în cuarț;

¹⁾ UHLIG V.: l. c. c.



este deci foarte probabil că avem de-aface cu o zonă injectată cu cuarț. În acest cristalin puțin metamorfozat se găsesc mai ales la Est, la marginea către sinclinalul mesozoic, lentile de un gneis fibros ocular, care seamănă mult cu cunoscutul gneis de Cozia și pe care-l numesc „Gneis de Rarău”. Acest gneis se cunoaște de mult. A fost menționat de către PAUL, UHLIG, S. ATHANASIU ; o descriere petrografică este dată de FR. TRAUTH ¹⁾ și de NICOLAU ²⁾.

Aceste gneisuri pot fi urmărite în Nordul Bucovinei și în Maramureș, începând dela *Czarny-dil*, Valea Ceremușului ³⁾, și pot fi observate și la marginea externă a masei cristaline a Munților Bistriței, cu oarecari întreruperi, până în regiunea Hăghimașului Mare.

În regiunea Rarăului gneisul formează mai ales creasta numită Bâtea Nișanu și Bâtea *Hohnenilor*, și se continuă până în Valea Giumălău. Creasta foarte înclinată a Dealului Muncel este deasemenea formată din acest gneis. Intercalațiuni mai puțin puternice de gneis se găsesc în piciorul Habăta și piciorul Călugărului. Gneisul de Rarău se găsește și în Cristalinul flancului extern, în iviri mai mici, d. e. pe Bâtea cu Plai și în Pârâul Hozdeu.

Petrograficește putem deosebi mai multe varietăți ale acestui gneis. Tipul cel mai răspândit este un gneis ocular fibros, care are ochiuri mari de microclin de culoare roșie sau albă, cari sunt înconjurate de solzi mai mari de muscovit și mai mici de biotit. Sub microscop, ochiurile mari arată o structură tipică de microclin care are incluziuni de granule mici de : cuarț, plagioclazi și muscovit. Ortoza se găsește în indivizi mai mari. Cuarțul se prezintă adeseori în bande ; boabele mai mari sunt compuse de un agregat de boabe mai mici, cari au în parte o extincție undulatorie. Plagioclazul formează indivizi mai mici decât microclinul sau ortoza și are lamelele după legea Albitului și Periclinului, corespunzând unui conținut în An de 26—28%. Între mize predomină muscovitul. Biotitul se găsește totuși în cantități mari. Muscovitul se găsește sub forma de solzi mari, în concreștere paralelă cu biotit ; biotitul formează solzi mai mici, are totdeauna aureole pleochroitice cauzate de prezența zirconului, care formează cristale bine vizibile în biotit. Culoarea biotitului este brună închisă, cu pleochroism între brun-roșcat închis și între galben-brun. Rareori se găsește și biotit verde. Granatul se găsește în aproape toate

¹⁾ TRAUTH F. : Ein Beitrag zur Kenntnis des Ostkarpathischen Grundgebirges. Mitt. d. Geol. Ges. Wien, III. 1910, p. 53.

²⁾ NICOLAU : Gneisul dela Rarău. Arch. Soc. Științe Iași 1905 și Asoc. rom. p. înaint. și răsp. științei, Congr. II. București 1908.

³⁾ ZUBER : Die kristallinen Gesteine vom Quellgebiet des Czeremosz. Tschermaks M. P. M. VII. 1885.



varietățile gneisului de Rarău în grăunțe mai mari sau mai mici, cari au adeseori incluziuni de cuarț; în parte este descompus și arată transformări în calcit secundar. Cristale de zircon se găsesc și la exteriorul plajelor de biotit, în grăunțe mai mari. Magnetitul se găsește în aproape fiecare secțiune, dar nu în cantități mari. Ca element accesoriu, care se observă numai rareori, găsim titanitul.

Țesătura fundamentală a Gneisului constă din cuarț și feldspat. Ca produse de descompunere a elementelor constitutive găsim cloritul, care s'a format din biotit. Mai găsim adeseori epidot și sericit, format din descompunerea feldspaților. Șistozitatea gneisului este provocată mai ales prin dispunerea pe suprafețe paralele a muscovitului, cuarțului și a fenocristalelor de microclin. În sămburele lentilelor de gneis, mai ales în lentilele mari, d. e. la Muncelul, șistozitatea nu este atât de pronunțată; roca are aci mai mult aspectul unui granit. (Granit gneisic). TRAUTH a descris această varietate ca gneis granitic. În zonele unde au avut loc mișcări tectonice mai intense, d. e. la flancul extern, șistozitatea gneisului devine mai mare decât la tipul normal, ceea ce se manifestă în afară de structura deosebită și prin formarea mai intensă de muscovit și sericit. Pe dealul Muncelului se găsesc și varietăți fin grăunțoase de ale acestui gneis.

Gneisul de Rarău adeseori nu vine în contact direct cu șisturile sericitice și cloritice puțin metamorfozate. Cum se poate vedea mai ales la Dealul Muncelului se găsesc la contactul cu gneis șisturi biotitice și muscovitice fin șistoase, cari sunt alcătuite din solzi mai mari de biotit, așezați paralel și din solzi mai mici de muscovit. În țesătura fundamentală (Grundgewebe,) se găsește cuarț în grăunțe mici, dințate, cari arată fenomene de presiune, grăunțe mici de un plagioclaz acid (Oligoclaz). Epidotul se găsește în grăunțe mai mari și mai mici împrăștiate fără regulă. Grenatul este foarte rar. Spre exterior, șisturile biotitice trec în șisturi muscovitice-biotitice, cu solzi mari de muscovit. Cuarțul alcătuește bande paralele formate din indivizi mici dințați. Feldspatul se găsește împreună cu cuarțul. Sunt macle de plagioclaz după legea Albit și Periclin. Corespunde unui plagioclaz acid (Oligoclaz). Adeseori se găsesc la contactul cu gneisul micașisturi muscovitice fibroase cu grenați, ca d. e. la gneisul de sub vârfurile Adam și Eva. Pe Bâta Nișanu, gneisul are intercalații de amfibolite, cari, sub microscop, arată un amestec de amfibol verde comun cu epidot, care corespunde Pistazitului. Feldspatul este foarte rar, se găsește în grăunțe mici intercalate printre fibrele de amfibol. Muscovit se găsește numai puțin, în solzi mici. Structura acestui amfibolit este șistoasă.

Gneisul de Rarău este deci un ortogneis tipic, injectat, care, la contactul cu șisturile cristaline, a



provocat un metamorfism mai intens a Cristalinului, însă numai pe o distanță foarte mică, șisturile cristaline trecând subit la tipul cristalinului II puțin metamorfozat.

3. STRATIGRAFIA CUVETEI MARGINALE MESOZOICE

Verrucano

Conglomeratele cuarțitice precum și gresiile roșii micacee, cari se găsesc la baza dolomitelor triasice, au fost comparate de către Uhlig cu Verrucano-ul Alpilor și deci considerate ca permiane. Ele se găsesc totdeauna împreună cu dolomitele triasice și anume la baza lor. Grosimea lor este de 10—20 m. Rareori se găsesc bine deschise; conglomeratele, dure și rezistente desagregării se găsesc ca blocuri foarte des la baza dolomitului. Deasupra conglomeratelor urmează gresii roșii sau albe, în parte micacee, cari au fost comparate de către UHLIG cu gresia de Gröden (Verrucano). I. ATANASIU, consideră aceste conglomerate și gresii ca triasic inferior, pentru că dolomitele, cari stau deasupra lor, au deja în stratele de bază fosile triasice inferioare. Nici legătura strânsă ce o au întotdeauna cu dolomitele triasice, n'ar justifică după I. ATANASIU¹⁾, separarea lor ca Verrucano.

Noi le-am separat pe harta noastră ca Verrucano, ținând seamă de asemănarea lor cu Verrucanoul din Alpi și mai ales cu Verrucanoul tipic dezvoltat din Munții Apuseni, (Munții Muma Codrului).

Triasicul

Dolomitele și calcarele dolomitice, cari urmează deasupra conglomeratelor și gresiilor verrucanice în regiunea Rarăului, au o grosime de 50—200 m. Este însă probabil, că grosimea mare nu este primară, ci secundară, produsă prin solzi și cute. PAUL a considerat dolomitele acestea ca triasic inferior; iar UHLIG le-a atribuit tot permianului, considerând legătura lor cu conglomeratele permice. I. ATANASIU¹⁾ însă a găsit în dolomitele acestea, la Muntele Azovul mare, fauna despre care am amintit. Din prezența acestei faune reiese că dolomitele trebuiesc atribuite etajului anisic al triasicului alpin și anume, orizontului superior al stratelor de Werfen. Aceste dolomite alcătuiesc orizontul cel mai constant al cuvetei marginale mezozoice; ele pot fi urmărite începând dela clipele dela Sărata până la creasta, care alcătuiește granița dintre Bucovina și Moldova în

¹⁾ I. ATANASIU: La masse cristalline et les dépôts mésozoïques des Monts Hăghimaș Guide des exc. Ass. carp. Bucarest, 1927.



Sudul Rarăului, la Tarnița, Hreben, etc. Forma sub care apar este foarte caracteristică. Ele alcătuiesc fâșii lungi și înguste, cari au, mai ales la flancul intern, o înclinare aproape verticală; formele lor de desagregare sunt cele tipice ale dolomitului. Nu formează decât arareori pereți, mai mult au forma de turnuri și de creste ascuțite sau de piramide, ca d. e. la Muntele Adam și Eva lângă Pojorâta. Dolomitele triasice sunt dezvoltate într'o fâșie lungă dar îngustă, dela muntele Adam și Eva îndreptându-se spre SE, prin partea estică a Dealului Muncel, până în apropierea Pietrelor Doamnei. Pe flancul extern al sinclinalului le găsim dublate sau chiar triplate prin solzi, ca de ex. în Valea Mesteacănului, Valea seacă, Izvorul alb, Izvorul malului și în Valea Caselor; în regiunea păduroasă dintre Vrf. Todirescu și comuna Slătioara, pe Arșița rea, Bâta neagră și Bâta cu plai, au răspândirea lor cea mai mare, pentru că aci se ridică de sub zona flișului mai mulți solzi formați din conglomerate verrucanice și dolomite triasice.

De aici ele se continuă spre sud, ca petece mici izolate, în sinclinal pe Cristalin, ca pe Măgura, în Valea Cheilor, apoi pe Hrebenul, Tarnița, Clefile etc., având la bază totdeauna conglomerate permice. Ele alcătuiesc părțile cele mai înalte ale crestei, care separă Moldova de Bucovina. Aci ele pot fi urmărite până la o distanță de 14 km. spre Sud de Rarău. Cu dolomitele triasice, în multe cazuri se închide seria continuă a mesozoicului depe Cristalin. Etajele mai superioare ale triasicului și liasicul se găsesc, cum am spus, numai sub forma de clipe, cari astăzi sunt intercalate ca blocuri mai mari sau mai mici în Apțian. În ceea ce privește clipele triasice, am arătat mai sus, că, după UHLIG, aproape toate etajele triasicului alpin sunt reprezentate, mai ales faciesul de Hallstatt. Multe iviri citate de UHLIG n'au fost regăsite de noi. Mărimea clipelor triasice este de obicei foarte redusă; în multe cazuri deosebirea lor de clipele mici recifale ale Apțianului este greu de făcut. Există însă câteva clipe triasice foarte mari, ca de ex. clipa din Valea Fundul Pojorâței, din Valea Malului, la Sadova, în Valea Moldovei și la Liefile.

Jurassicul

Lias. Liasicul este citat de UHLIG numai ca o ivire mică în facies de Adneth, în Valea Mesteacănului.

Dogger. UHLIG menționează Dogger-ul în regiunea Rarăului în pârâul Cailor și în Izvorul alb. S. ATHANASIU a găsit în partea sudică a Rarăului sub clipele apțiene ale Pietrei Zimbrului, direct transgresiv peste cristalin, gresii dure, închise, cu Belenuiți, care corespund cu cea mai mare probabilitate Doggerului. Gresii similare se găsesc deasupra



dolomitelor triasice, spre West de Valea Prașca, la Adam și Eva. Sunt însă foarte puțin deschise, așa că nu se poate observa poziția lor exactă, grosimea lor, etc. Aceste gresii alcătuiesc o fâșie îngustă; fosile aci nu s'au găsit, așa că vârsta lor jurasică este încă îndoelnică.

Callovian-Oxfordian (Straturi cu jasp)

Cum a arătat E. JEKELIUS în regiunea Hăghimașului mare, așa numitele strate cu jaspuri, cari au fost considerate de UHLIG ca triasice, trebuiesc — pe baza poziției lor stratigrafice — atribuite Jurasicului, (Callovian—Oxfordian). În regiunea Rarăului stratele cu jaspuri au numai o răspândire mică, însă cu o dezvoltare tipică. Ele se găsesc mai ales în cracul cu direcția N—S al Isvorului alb, în mai multe locuri, lângă drumul militar, care unește Isvorul alb cu Mănăstirea Rarăului. Ele stau aci direct deasupra dolomitelor triasice și peste ele urmează calcare, care foarte probabil aparțin titonicului. La baza stratelor cu jasp se găsesc șisturi cenușii silicifiate cari au o sistuozitate pronunțată și cari se desfac în prisme mici și regulate. Deasupra lor urmează șisturi roșii sau verzui, reprezentând forma cea mai tipică a stratelor cu jasp. În sus trec în roce brecciforme, cari conțin și calcită. Ele trec în gresii și șisturi bine stratificate, roșii, cari de obicei sunt micacee, cum se poate vedea d. ex. la drumul militar și în regiunea Pietrilor Doamnei, în apropiere de „Fântâna rece”. În flancul extern stratele cu jasp au o răspândire relativ mică. Ele se găsesc numai în unele iviri mici pe Bâtea cu plai, și pe Arșița rea, la 1420 m.

UHLIG a exagerat răspândirea stratelor cu jasp, pentru că a considerat baza clipelor din Rarău formată numai din stratele cu jasp. Această presupunere este bazată pe o eroare și pe o confuzie. UHLIG a considerat în parte șisturile aptiene, cari aci au o culoare roșie sau negricioasă, fiind arse la contactul cu diabazele și melafirele, drept strate cu jasp. Într-o altă parte le-a confundat cu stratele roșii cu Aptychi, cari aparțin probabil cretacicului inferior, de cari vom vorbi ulterior. Aceste strate, trecând adeseori la gresii micacee roșii, sunt foarte asemănătoare orizonturilor superioare ale stratelor cu jasp.

Titonicul

În Isvorul alb, în partea superioară a drumului militar, peste stratele cu jasp, aci bine deschise, urmează calcare deschise, compacte, cu vine de calcit, de culoare albă, gălbuie sau roșie. Ele au forma unei clipe mari și sunt deschise într-o carieră. N'am reușit să găsim fosile în aceste calcare. Le consider în mod provizoriu ca titonice, pe baza dezvoltării lor petro-



grafice și mai ales pe baza poziției lor tectonice și stratigrafice direct deasupra stratelor cu jasp. Ele se deosebesc complet de calcarele cu caproptine ale Rarăului, și sunt deasemenea complet deosebite de dolomitele triasice. Poziția lor tectonică este analoagă calcarelor titonice din regiunea Hăghimașului mare, d. e. la cheile Bicazului. De altfel chiar petrograficește seamănă mult cu ele. În afară de clipa mare titonică, în care se află cariera, mai găsim mai multe iviri mici de calcar titonic, aparținând aceleiași zone. Pe flancul extern nu există titonicul. Cu calcarele titonice se încheie seria stratelor mesozoice vechi de pe Cristalin, care este dezvoltată sub faciesul calcaros alp'n.

Cretacicul

Orizontul bazal al stratelor de Sinaia

Cum am menționat mai sus, deasupra dolomitelor triasice urmează șisturi roșii, cari trec uneori în gresii roșii micacee, a căror vârstă încă n'a putut fi determinată cu exactitate. În afară de câțiva Aptychi fără valoare stratigrafică, n'au fost găsite fosile în acest complex. În Valea Isvorului alb, stratele cu jasp trec în unele locuri, unde titonicul lipsește, la șisturi micacee și gresoase care seamănă foarte mult cu aceste șisturi roșii. Răspândirea șisturilor roșii este destul de mare. Ele se găsesc deschise în tot lungul flancului intern deasupra dolomitelor triasice sau deasupra stratelor cu jasp. În regiunea flancului extern ele se găsesc în Valea Moldovei, la Cheile Moldovei, într'un anticlinal mic acoperite de strate de Sinaia, apoi mai departe în Isvorul alb deasupra dolomitelor triasice și în fine între Obcina Arșiței și Vfr. Mare unde sunt prinse într'un sinclinal. UHLIG a considerat pe acele din Valea Moldovei și din Isvorul alb ca aparținând titonicului; în regiunea flancului intern însă le-a luat drept strate cu jasp. Din această cauză răspândirea stratelor cu jasp în profilele lui UHLIG apare exagerată, mai ales că dânsul a considerat și șisturile roșii apțiene, arse la contactul cu melafirele, drept strate de jasp. Cum se poate vedea în Valea Moldovei, în Valea seacă, la Isvorul alb și mai la toate ivirile de șisturi roșii depe flancul extern, ele sunt situate la baza stratelor de Sinaia, și în unele locuri se găsesc intercalate stratelor de Sinaia. Pe flancul intern al cuvetei marginale, însă, se poate observa că, mai ales acolo unde lipsesc calcarele titonice, stratele cu jasp trec la șisturi foarte asemănătoare șisturilor roșii. Nu pare exclus deci, ca șisturile roșii să corespundă unei tranziții între jurasicul superior și cretacicul inferior (Strate de Sinaia). Legătura lor strânsă cu stratele de Sinaia însă ne-a determinat ca să considerăm aceste șisturi roșii ca orizontul bazal al stratelor de Sinaia. Ele se găsesc aproape în tot lungul cuvetei marginale mesozoice, începând din NW Bucovinei până în regiunea Rarăului, la baza stratelor



de Sinaia și chiar acolo, unde stratele de jasp lipsesc cu desăvârșire. Răspândirea lor deci merge împreună cu stratele de Sinaia, ceea ce ar justifica cartarea lor împreună cu aceste strate.

Stratele de Sinaia (Valanginien-Hauterivien)

Stratele de Sinaia au o mare răspândire în regiunea sinclinalului marginal al Rarăului. Ele încep în Nordul Bucovinei, unde sunt însă foarte reduse. Desvoltarea lor continuă și tipică începe la Breaza în Valea Moldovei; de aci pot fi urmărite fără întrerupere până în regiunea Rarăului. Stratele de Sinaia sunt formate din șisturi negricioase, fin stratificate, cari au intercalații de bancuri de gresii calcaroase albastrii sau de calcare subțire. Intercalațiile sunt foarte fine și dese. Ele sunt bine dezvoltate în zona internă a flișului, la contactul cu Cristalinul. Sunt bine deschise în regiunea noastră în comuna Gemeni, la Muntele Diacu, la Slătioara, în Valea Caselor, Isvorul malului, Isvorul alb, Valea seacă, Valea Mesteacăn și în Cheile Moldovei între Pojorâta și Sadova. Cum am arătat mai sus, regiunea Rarăului, mai ales aripa externă, se scufundă spre Nord sub zona flișului. Solzii flancului extern se bagă unul după altul sub stratele de Sinaia, care astfel transgresează peste solzii flancului extern al cuvetei marginale. Aci au la bază totdeauna șisturile roșii. Pe flancul intern, deasupra șisturilor roșii nu mai urmează stratele de Sinaia. Transgresiunea lor nu a ajuns până aci. Șisturile roșii au deci o răspândire geografică cu ceva mai mare decât stratele de Sinaia, ceea ce se poate observa și în Nordul Bucovinei.

Baremianul. (Șisturi negre)

Baremianul este dezvoltat sub faciesul șisturilor negre și se găsește prins între stratele de Sinaia în sinclinale mici, și anume în Valea Moldovei. Sinclinalul însă nu ajunge până în Valea Mesteacănului (după G. MACOVEI). Mai departe, spre Est, Baremianul, sub forma de șisturi negre, se întâlnește, după D. ȘTEFĂNESCU, peste stratele de Sinaia, formând o bandă largă în spre exteriorul zonei flișului.

Aptianul

Sinclinalul marginal mesozoic al Rarăului este umplut în cea mai mare parte cu depozite aptiene. În Aptian putem distinge și aci trei orizonturi: Orizontul marnos, orizontul gresos și conglomerate. Caracteristic pentru Aptianul acestei regiuni sunt clipele de calcare recifale cu Caprotine, cari se întâlnesc sub cele mai diferite mărimi și se găsesc intercalate mai ales în orizontul gresos. Dar în Aptian, se mai găsesc și multe alte clipe, de calcar triasic sau jurasic, de unde provin fosilele, descrise și menționate de UHLIG.



Caracteristic pentru Apțian sunt și ivirile de diabas și melafir, cari în parte se găsesc tot ca clipe și blocuri mari în Apțian. Deseori ele se găsesc în legătură cu roce spilitice, contactmetamorfe, care erau considerate de către UHLIG drept strate de jasp.

După cum reiese din profilele lui UHLIG limita șisturilor considerate ca strate cu jasp, coincide perfect cu limita externă a diabaselor. UHLIG a considerat gresiile și conglomeratele apțiene ca cenomanian. Vârsta apțiană a gresiilor însă este dovedită prin *Orbitolina lenticularis*, găsită de Dl. Prof. MACOVEI în Valea seacă. Apțianul umple cuveta marginală a Rarăului între flancul intern și extern. Spre West, la marginea internă, transgredează peste șisturile roșii (Orizontul bazal al stratelor de Sinaia), peste stratele cu jasp sau peste titon. Spre Sud, dela Mânăstirea Rarău, până la Poiana Obcina, Apțianul este direct transgresiv peste Cristalin sau peste gresiile doggeriene. În regiunea flancului extern, transgredează peste stratele de Sinaia. Apțianul este cu totul altfel cutat decât stratele de Sinaia. Cutarea Apțianului este foarte simplă, cutele mici, caracteristice stratelor de Sinaia, nu se mai găsesc. În general, Apțianul formează un sinclinal larg. Între solzii flancului extern se găsește prins încă un sinclinal mic, umplut în parte cu Apțian.

Clipele recifale apțiene

Ca și în regiunea Hăghimașului mare, a Bucegilor și a Ceahlăului, Apțianul este caracterizat și în regiunea Rarăului prin o mulțime de clipe recifale de calcare cu caprotine, a căror mărime este foarte schimbătoare. Începând cu clipe a căror volum nu trece de 1 m, avem toate trecerile până la turnurile înalte ale Pietrelor Doamnei și până la pereții abrupti ai clipei Rarăului și ai Pietrei Zimbrului. Clipele mici, formând orizontul inferior de clipe, se găsesc în văi mai mult erodate și în sinclinalul al doilea (dela Băta Mărcușanu). Clipele cele mari se găsesc în regiunea Rarăului, formând aci două orizonturi de clipe intercalate orizontului gresos. Clipa care formează platoul Rarăului este cu pereții săi abrupti cea mai mare din regiune. Ea este situată tocmai în mijlocul sinclinalului formând astfel orizontul cel mai superior de clipe. În prelungirea acestei clipe mari a Rarăului se găsește spre Sud clipa Pietrei Zimbrului și clipa de deasupra Mânăstirii Rarău, făcând parte tot din orizontul superior. În orizontul mediu se găsesc foarte multe clipe, cari, fiind situate în sinclinal, ies la zi pe ambele părți ale clipelor din orizontul superior. Spre West găsim în orizontul mediu clipele Pietrilor Doamnei, cari se continuă spre Nord în clipele Pietrei albe. Cum se poate vedea la clipele Pietrilor Doamnei, stratele au aci o poziție verticală. În partea de Est a Rarăului la Todirescu, clipele se găsesc dezvoltate foarte frumos. Aci ele fac parte din orizontul mediu și superior. Ele alcătuiesc turnuri și stânci înalte înșirate una lângă



alta. Clipa Todirescului (1622 m) făcând parte din orizontul superior, are încă o înclinare mare, iar clipele din orizontul mediu au o înclinare mai mică. Raporturile sunt aci similare celor din regiunea Ceahlăului. Numărul clipelelor din orizontul inferior este atât de mare, încât separarea lor pe hartă este imposibilă.

Vârsta aptiană a acestor clipe a fost dovedită prin fosile găsite și descrise de S. ATHANASIU și GR. ȘTEFĂNESCU, fosile pe care le-am citat.

În afară de clipe recifale se mai găsesc în Aptian o mulțime de clipe de o vârstă mai veche, blocuri de calcare mai mici sau mai mari, cari sunt foarte bogate în fosile. S'a putut constata prezența triasicului, și anume etajul anisic, carnic, noric și retic. Liasicul dezvoltat sub faciesul calcărului de Adneth; doggerul se găsește mai mult într'un facies gresos—șistos. Calcare titoniene iarăș sunt menționate de UHLIG. Aceste din urmă însă fac parte din succesiunea normală a stratelor.

Aceste clipe nu se mărginesc numai la un anumit orizont al Aptianului. Ivirea lor este neregulată în toate orizonturile Aptianului.

Ivirile de diabaz în Aptian

În partea nordică a sinclinalului marginal din Bucovina au fost cunoscute de mult roce eruptive bazice, mai ales serpentine, situate între fliș și mesozoic. (Tâmpa-Breaza). În regiunea Rarăului ele se găsesc frumos dezvoltate. O ivire de diabaz se găsește în Dealul Prașca; o altă ivire în continuarea celei dintâi o găsim în Isvorul alb, unde se separă drumul spre Valea seacă. Aci diabazele sunt în contact cu șisturi roșii și negricioase, cari pare ar fi arse. Consider aceste șisturi ca Aptiene pentru că la oarecare depărtare de diabaz, ele sunt dezvoltate ca Aptian obișnuit. La Vărărie în Isvorul alb, iarăși găsim o ivire similară. Aceste iviri le putem urmări spre Sud până la Pietrile albe; aci diabazele formează un deal mic. Au o culoare roșie-verzuie, se desfac foarte ușor și se desagregă în blocuri neregulate; sunt în mare parte alterate. Roca are înfățișare unui conglomerat. Sub microscop se arată alcătuite din feldspat și din augit, care însă, nu este dezvoltat în indivizi tipici, Roca are o structură ofitică și este în bună parte desagregată. Feldspații sunt sauriturizați, umpluți cu produse sericite și cloritice. Calcit secundar se găsește frecvent. Roca este străbătută de vine de feldspat, care este cu mult mai proaspăt decât feldspatul din masa fundamentală. Acest feldspat corespunde unui plagioclaz cu macle de Albit și are un conținut de 30—36% An.

O răspândire mai mare o au diabazele spre Est. Ele se găsesc aproape pretutindeni în contact cu șisturile arse, roșii sau negricioase ale Aptianului, cari de multe ori seamănă foarte mult cu stratele cu jaspuri. Aceste șisturi se găsesc d. ex. în Valea Mesteacăn. În continuarea lor spre Sud le găsim iarăș în Valea seacă, la Vărărie, unde se află și un diabasporfirit



tipic. Acesta din urmă se prezintă cu o culoare verde-cenușie, are o masă fundamentală fină cu indivizi de feldspați mai mari galbeni și mai mici albi. Sub microscop, cristalele mari de feldspat se arată descompuse; ele au un pigment gălbui fin. Feldspații mai mici au forma alungită fără contur cristalografic pronunțat. Structura este ofitică. Feldspații au fost determinați ca Albite după extincția \perp (010), care însă nu dă rezultate exacte. Produse de desagregare și de descompunere, sunt foarte frecvente în această rocă. Se găsesc solzi mari de clorit, mult magnetit în grăunțe mici, și calcit secundar ca produs de decalcifiere a plagioclazilor. Se găsesc și vine de calcit, străbătând roca. În continuare spre Sud, diabazele cu zona lor de contact, se găsesc iarăși la Bâțca Mândrila, în Valea Chelari, apoi pe creasta care duce de la Isvorul alb direct la Rărăul, în regiunea Plopilor, și pot fi urmărite până în creasta principală a Todirescului. Diabazele sunt foarte bine deschise în Valea Chelari. Aci ele formează stânci înalte și au înfățișare de conglomerate. Aci între rocele eruptive se găsesc prinse clipe de calcar. Uneori diabazele acestea se găsesc și în legătură cu conglomerate apțiene, d. ex. sub clipele Todirescului, spre E. În general, diabazele sunt foarte puțin deschise. Este foarte greu, a stabili situația și raporturile lor tectonice. Spre Nord, în Valea seacă și în Valea Isvorului alb, ele sunt numai puțin răspândite. Răspândirea lor crește spre Sud, unde se găsesc mai ales în regiunile păduroase între Bâțca Mândrila și Plopii. Limita lor către Apțian spre Est este bine marcată orografic. Limita pădurii coincide perfect cu limita diabazelor, deoarece ele dau un sol foarte favorabil dezvoltării pădurilor.

4. TECTONICA CUVETEI MARGINALE MESOZOICE A RĂRĂULUI

Cum am arătat deja în introducere, sedimentele mesozoice din marginea de Est a Carpaților orientali, se găsesc sub forma unei cuvete, care corespunde unui sinclinal a cărui tectonică însă este adeseori foarte complicată. Cuveta marginală mesozoică începe în Nordul Bucovinei sub forma unor clipe în regiunea Văii Pârcălab și Cârlibaba, care sunt în bună parte acoperite de sedimentele neocomiane. Dela Lucina spre SE ea se găsește sub forma unei fâșii continue până în Valea Moldovei, la Pojorâta; trecând Valea Moldovei, ea se continuă în regiunea Rărăului. Din cauza unei ridicări axial-longitudinale, cuveta marginală se ridică în regiunea Rărăului de sub sedimentele neocomiane. Din această cauză regiunea Rărăului oferă condițiuni mai favorabile pentru a studia tectonica cuvetei marginale mesozoice. UHLIG a numit cele două flancuri ale cuvetei marginale: flancul intern și flancul extern. Flancul intern arată o tectonică mai simplă, flancul extern însă are o structură complicată în solzi; el se divide în două bande între cari se găsește un sinclinal umplut cu sedimentele



flișului, mai ales cu aptianul. Aptianul acoperă cea mai mare parte a sedimentelor mesozoice, cari numai în regiunea Rarăului se ridică de sub fliș. Solzii flancului extern încălecă flișul (Strate de Sinaia).

Tectonica Cristalinului și a flancului intern

Zona marginală a șisturilor cristaline ale Carpaților orientali, care aparține în cea mai mare parte grupului II, puțin metamorfozat, are o cutare foarte intensă; stratele sunt redresate aproape la verticală, cum se poate vedea de ex. în Valea Putnei, înainte de Pojorâta, pe Dealul Muncelului, pe Bâta Nișanu, etc., unde observăm totdeauna o înclinare foarte mare. Deasemeni lentilele de gneis de Rarău, injectate în șisturile cristaline, stau aproape în picioare. Spre interiorul masei cristaline se pierde acest fenomen de refulare. Avem impresia, că avem de-aface cu o zonă marginală de refulare. Această refulare se manifestă și în flancul intern mesozoic, unde s'a constatat în afară de refulare și o structură în solzi. Incepând dela Nord, flancul intern este dublat la Muntele Adam și Eva, printr'o falie. În șeaua dintre aceste două vârfuri, cari sunt formate din dolomite triasice, se găsesc conglomerate verrucanice. Direcția dolomitelor pe Adam este de N 45 W, iar înclinarea 80—85 W și ea se racordează bine cu refularea Cristalinului. Cum se poate vedea și din alura limitelor, flancul intern are o înclinare aproape verticală. În apropierea Bâței Nișanu, putem constata complicațiuni în tectonica flancului intern; spre West formează un sinclinal mic de conglomerat verrucanic, și de dolomite triasice, care, spre Est, încălecă dolomitele triasice dispuse în poziția normală, adică foarte înclinată. În Valea seacă flancul intern este dublat printr'o falie transversală; un asemenea caz a fost descris de către UHLIG la Pârâul Cailor, tot în aripa internă a sinclinalului marginal. Incetarea bruscă a fășiei de dolomit cauzată prin această falie transversală se poate observa foarte frumos în relieful regiunii. În profilul pe Valea seacă găsim din cauza acestei falii o dublare a succesiunii stratelor; deasupra dolomitului urmează șisturile roșii ale orizontului bazal al Stratelor de Sinaia; deasupra lor iarăș conglomerate verrucanice, dolomite triasice, șisturi roșii cretacice, toate cu o înclinare foarte mare spre E, aproape verticală. Pe drumul militar, în Valea Isvorului alb, iarăși se poate observa, că flancul intern formează în partea sa de West un sinclinal mic, la baza căruia ies și șisturile cristaline, cari încălecă spre Est dolomitele triasice situate în poziție normală, înclinate spre Est. Peste aceste dolomite urmează stratele cu jasp, tot concordant, pe urmă calcarele titonice. Adeseori orizontul roșu al cretacului inferior urmează direct peste dolomitele triasice, mai ales acolo, unde lipsesc stratele cu jasp. Nu este exclus, ca aceste șisturi să corespundă orizontului superior al stratelor cu jasp adică ar reprezenta o trecere dela jurasicul superior la cretacic. Cretacicul inferior,



pe care l'am separat pe hartă, în zona flancului intern, corespunde acestui orizont roșu. Strate de Sinaia tipice nu se mai găsesc în regiunea aripei interne. Aci, peste orizontul roșu, urmează direct Apțianul. Aproape de Pietrile Doamnei flancul intern încetează. Spre Sud de Pietrile Doamnei, în partea superioară a Piciorului Habâta și piciorului Călugărului, se mai găsește o ivire de un calcar șistos, care petrograficește nu prea corespunde cu dolomitele triasice; este situat direct peste Cristalin. Deasupra urmează strate cu jasp. Această poziție tectonică asemănătoare cu celelalte iviri m'a determinat să-l trec pe hartă drept triasic. O continuare mai spre Sud sau spre Est a aripei interne nu există. Flancul intern nu se unește cu flancul extern, contrar descrierilor de până acum. (UHLIG).

Tectonica flancului extern

Flancul extern este, cum a observat deja UHLIG mai complicat în ceea ce privește tectonica și are o structură caracteristică în solzi. Putem deosebi deocamdată doi solzi mari principali. Solzul exterior începe în Valea Seacă, unde, aproape de gura văii se găsește o ivire mică de șisturi cristaline — șisturi sericitice și cloritice — sub stratele de Sinaia. În continuare spre Sudest, în Isvorul alb, nu se găsește Cristalinul, dar în schimb găsim dolomitele triasice, care ies la zi de trei ori sub stratele de Sinaia sub forma de solzi secundari. În Valea Malului și în Valea Caselor dedublare succesiunii de strate a acestui solz: cristalin, conglomerate verucanice, dolomite triasice, din cauza unei falii secundare, este foarte bine vizibilă. Inclinarea flancului extern este foarte mare spre W, încălcând astfel spre E stratele de Sinaia ale zonei flișului. Structura în solzi a flancului extern se pierde în continuarea sa spre Sud; la Pietrile arse însă este iarăși vizibilă. Al doilea solz principal al flancului extern (solzul interior), începe tot în Valea Seacă. La bază se găsește puțin cristalin, deasupra conglomerat verrucano, și în fine dolomite triasice. Acest mesozoic este deschis numai în vale. Pe dealurile înconjurătoare el este acoperit de strate de Sinaia. Acest solz are forma unui sămbure anticlinal diapir; stratele de deasupra au o înclinare de 20, iar stratele din vale de 80 spre SW.

Incepând din Valea Isvorului alb acest solz poate fi urmărit continuu. În unele locuri se găsesc solzi nuci secundari, prin cari succesiunea stratelor apare dublată. Intregul solz este încălecat spre Est pe stratele de Sinaia și pe Apțianul sinclinalului mic dintre cei doi solzi principali ai flancului extern. Cu cât înaintăm spre Sud, cu atât mai mult pierde acest solz caracterul său isoclinal. În cursul superior al Văii Caselor, el se transformă într'un anticlinal normal, care la Obcina Arșiței posedă pe ambele flancuri conglomerate verucanice și dolomite triasice.

La Slătioara baza cristalină a acestor doi solzi se unește și formează un sinclinal; mesozoicul se pierde ceva mai sus, Sinclinalul este umplut



cu strate de Sinaia, mai ales cu orizontul roșu inferior. Permo-Mesozoicul de pe flancul westic al solzului principal intern se continuă spre Sud, trecând peste Bâtca cu Plai, Bâtca leși și Bâtca neagră, pe Arșița rea, până la creasta principală (Prislop). Pe Bâtca cu Plai, dolomitul triasic formează un sinclinal, în a cărui umplutură găsim orizontul roșu al cretacicului inferior. Spre Est urmează deasupra acestui solz, încă trei solzi cu o tectonică tipică isoclinală încăleccând unul pe altul, spre E și cari, sunt formați de cristalini, verrucano, dolomite triasice și în parte de strate cu jasp. Spre Nord acești solzi se înneacă sub învelișul flișului, sub stratele de Sinaia sau sub Apțianu, și nu mai apar la zi. Sunt însă în Apțian câteva indicațiuni din cari se poate deduce, că acești solzi se continuă în mod ascuns și sub Apțian. Solzul cel mai oriental se continuă până la Arșița rea (Prislop). La Sud de Prislop se găsește, ca o bandă mică pe Cristalin, iarăși o ivire de conglomerat verrucano și dolomit triasic.

Toți acești solzi arată o schimbare tipică a direcției dela SW la NE. Acești solzi pot fi urmăriți dela creasta Todirescului spre Sud până la Poiana Obcina, unde sunt acoperiți de depozitele transgresive apțiene, cari acoperă deasemeni și Cristalinul. La baza solzului cel mai intern apare sub conglomeratele verrucanice și Cristalinul (gneis de Rarău).

Flancul extern al cuvetei marginale mesozoice, după cum se vede, nu se unește cu flancul intern. În Sud, Apțianul transgredează direct peste Cristalin. O continuare spre Sud a depozitelor permo-mesozoice o găsim pe Dealul Măgura, în Valea Cheilor și de aci mergând spre Sud, spre Hreben. În Dealul Măgura și în Valea Cheilor, dolomitele triasice, cu conglomeratele verrucanice la bază, sunt prinse într'un sinclinal în sisturile cristaline.

La Muntele Diacu se găsesc exact pe linia de încălecare a Cristalinului peste fliș, două clipe mici de dolomite triasice cu urme de conglomerat verrucanic la bază, reprezentând flancul invers al mesozoicului. O altă ivire a unei clipe mici se găsește în aceeași regiune, ceva mai jos, prinsă direct între sisturile cristaline.

Umplutura cuvetei marginale mesozoice

Flancul intern și extern cu succesiunea sa de strate mesozoice până la Titonic, formează scheletul exterior și solid al cuvetei marginale mesozoice. Sinclinalul este umplut după cum am spus, cu sedimentele flișului. Prin solzii flancului extern, flișul transgresiv este împărțit în două sinclinale, unul mai mare, situat spre West, între flancul extern și intern, pe care-l numesc Sinclinalul Pojorâta—Rarău, și un sinclinal mai mic, situat spre Est între cei doi solzi principali ai aripei externe, pe care-l numesc Sinclinalul Bâtca Mărcușanu.



La alcătuirea acestor sinclinale iau parte orizontul bazal roșu, care corespunde eventual unei treceri la jurasic superior, stratele de Sinaia și Apțianul. După cum se vede, în regiunea Rarăului iau parte la constituția acestui sinclinal și stratele de Sinaia, ceea ce nu este cazul d. e. în Hăghimașul mare. Cum am arătat mai sus, flancul extern se înneacă cu cei doi solzi principali sub fliș în Valea Isvorului alb și în Valea seacă. Din acest fapt reiese o transgresiune a stratelor de Sinaia peste mesozoic. În continuarea sinclinalului marginal spre Nord, flancul extern nu mai este la zi; el se ascunde sub fliș.

În regiunea Rarăului transgresiunea stratelor de Sinaia n'a mai ajuns însă până la aripa internă. Pe flancul intern se găsesc, deasupra seriei mesozoicului inferior numai marne și șisturi roșii din orizontul inferior al stratelor de Sinaia; deasupra acestui orizont urmează direct Apțianul. În solzii flancului extern însă, stratele de Sinaia se găsesc dezvoltate deasupra orizontului roșu. În Valea Moldovei, (Cheile dintre Pojorâta și Sadova), stratele de Sinaia sunt foarte intensiv cutate. Într'un anticlinal mic găsim și orizontul bazal roșu. Aceste marne roșii se găsesc intercalate și în stratele de Sinaia. O cutare tot așa de intensă, putem observa în Valea Mesteacăn, Valea seacă și Isvorul alb.

Sinclinalul Bâtea Mărcușanu este în partea sa nordică un sinclinal aproape isoclinal. Flancul său de Est este normal; deasupra dolomitelor triasice urmează orizontul roșu bazal al stratelor de Sinaia, și în fine Apțianul. Pe flancul de West solzul principal intern al flancului extern încalcă acest sinclinal. Din această cauză stratele de Sinaia nu mai ies la zi pretutindeni, ci Apțianul este încălecat direct de Cristanlinul solzului principal intern. Spre Sud acest sinclinal se închide în Valea Slătioarei. În sinclinalul cel mare Pojorâta-Rarău, stratele de Sinaia se găsesc într'o fâșie îngustă deasupra dolomitelor triasice. Deasupra lor urmează Apțianul. Solzii mesozoici se înneacă toți sub fliș.

Sinclinalul este umplut în cea mai mare parte cu Apțian. El are răspândirea cea mai mare în sinclinalul Pojorâta—Rarău și în sinclinalul Bâtea Mărcușanu. Apțianul, în sinclinalul Pojorâta—Rarău, urmează în tectonica sa tectonica Mesozoicului inferior. La flancul intern, care are o înclinare aproape verticală, Apțianul are deasemenea o înclinare mare, cum se poate vedea la clipele Pietrilor Doamnei, cari stau vertical. În Cheile Moldovei, între Pojorâta și Sadova, conglomeratele apțiene vin în contact direct cu stratele de Sinaia, având o înclinare spre SW. În Valea Fundul Pojorâței se găsește orizontul marnos al Apțianului probabil în contact tectonic (falie) cu conglomeratele apțiene. Aceste contacte anormale sunt produse probabil prin câteva falii locale în Apțian. În continuare spre Sud a acestei falii se găsește zona rocilor eruptive bazice, care străbate Apțianul în tot lungul lui, paralel cu direcțiunea stratelor. Mai spre West se mai



găsește o a doua zonă de diabase. Este probabil, că aceste diabase sunt legate de falii și linii de încălecare a solzilor și sunt similare cu acele pe care le găsim în solzii aripei externe. După cum se vede, la solzii flancului extern, la Bâțca neagră și la Bâțca cu Plai, acești solzi se înneacă sub fliș, unde se continuă în mod ascuns spre Nord.

Clipele apțiene

Ele se întâlnesc în general în trei orizonturi.

Orizontul inferior cu clipe mici de calcar recifal se găsește în partea superioară a seriei marnoase sau în partea inferioară a orizontului gresos al Apțianului. Pe teren el se găsește mai ales jos în văile adânc erodate și răspândirea lui este neregulată. Orizontul de clipe, mediu și superior, se găsește mai bine dezvoltat în sudul regiunii, la Rarău. Ca și Apțianul întreg, și orizonturile de clipe se prezintă în forma de sinclinal. Aripa Vestică a acestui sinclinal este reprezentată prin clipele dela Pietrile Doamnei, continuându-se spre Nord la clipele Pietrei albe, iar spre Sud la clipele din apropierea Mânăstirei Rarău. Aceste clipe au, conform tectonicei generale a regiunii, o înclinare foarte mare; stau aproape verticale. Aripa de Est a acestui orizont iese la zi în șirul clipelor dela Todirescu (1492 m) până la Plopii (1275 m). Înclinarea acestor clipe este mai slabă și anume către SW. Orizontul superior de clipe formează umplutura sinclinalului, cuprinzând mai ales clipa cea mare a Rarăului și clipa Pietrei Zimbrului. Toate orizonturile se lasă, corespunzând înclinării axial-longitudinale spre Nord. În regiunea de Nordwest mai joasă, nu se mai găsește orizontul mediu și superior de clipe.

Depozitele sinclinalului Pojorâta-Rarău și cele ale sinclinalului Bâțca Mărcușan, trebuiesc considerate ca reprezentând o transgresiune a mării flișului peste zona cristalino-mesozoică. Limita adevărată a blocului cristalino-mesozoic a Carpaților orientali către fliș, este linia de încălecare a solzului extern din aripa externă peste fliș. Această linie se înneacă spre Nord. La Muntele Diacu, la Gemeni și la Slătioara, Cristalinul încălecă flișul pe o distanță orizontală vizibilă de 1 km. Linia aceasta de încălecare o putem urmări spre Nord până în Valea seacă. Pe această linie se găsește ivirea cea mică de Cristalin din Valea seacă. De aci, flancul extern se înneacă sub fliș, și nu mai iese la zi. Regiunea Rarăului se ridică spre Sud dedesubtul zonei flișului. Solzii flancului extern sunt răsturnași spre exterior, corespunzător forței de cutare.

5. ISTORIA GEOLOGICĂ GENERALĂ A REGIUNII

Istoria geologică a regiunii este deci următoarea: Metamorfismul Cristalinului a luat sfârșit înaintea Permianului, de oarece Permianul transgredează nemetamorfozat peste șisturile cristaline. Despre dezvoltarea



regiunii în timpul Mesozoicului vechi, știm foarte puțin, Astăzi s'a păstrat Triasicul inferior sub forma de dolomite și calcare. Cu acestea se încheie în multe cazuri seria triasică. Deasupra lor urmează în unele locuri gresii jurasice (Dogger)?, strate de jasp oxford-callovienne, cari însă nu pot fi considerate ca sedimente pelagice sau abisale propriu zise, fiindcă ele trec foarte repede la șisturi argiloase și nisipoase. În unele locuri urmează deasupra lor calcare titonice, iar în alte locuri, stratele de jasp trec direct la șisturile roșii ale orizontului basal al stratelor de Sinaia. În orice caz sedimentațiunea dela Jurassicul superior la Cretacicul inferior (orizontul basal al stratelor de Sinaia) a fost continuă. Deasupra orizontului basal urmează stratele de Sinaia propriu zise (Hauterivian—Valanginian) cari în sens orizontal au o răspândire cu ceva mai mică decât orizontul lor basal. Deasupra stratelor de Sinaia urmează depozitele barremiene (șisturi negre) în unele locuri, și Aptianul cu cele trei orizonturi de marne, gresii și conglomerate. În Aptian se găsesc multe clipe de calcare recifale.

Cum a luat naștere discontinuitatea între triasicul inferior și jurasic, este astăzi încă o chestie nerezolvată.

Seria descrisă mai sus reprezintă în orice caz o serie de strate cu raporturi de facies caracteristice pentru un ciclu geosinclinal. După o scufundare a geosinclinalului în timpul mesozoicului vechi, care a fost întreruptă adeseori prin transgresiuni și regresii cari a ajuns la maximum în jurasicul superior, urmează în timpul cretacicului inferior o ridicare, faciesul devine mai neritic. În total faciesul acesta situat mai spre exteriorul geosinclinalului, reprezintă un facies de o apă mai puțin adâncă.

În cel mai mare contrast față de seria descrisă, sunt clipele de calcare fosilifere, mai ales clipele triasice de calcar de Hallstatt, calcare de Adneth (Lias), câteva clipe de Dogger, roce radiolaritice în legătură cu spilite și ofiolite, cari se găsesc astăzi răspândite sub forma de blocuri mai mici sau mai mari în seria aptiană și barremiană. Acest facies n'a putut lua naștere în acelaș loc al geosinclinalului ca și seria descrisă mai sus, ci corespunde unui facies mai batial. Aceste clipe trebuiesc considerate ca resturi ale unei unități tectonice superioare, care a luat naștere în părțile mai interne ale geosinclinalului. Ivirea lor ca blocuri în Aptian, poate fi explicată printr'o aducere pe cale tectonică a unui material străin în marea aptiană, blocurile venind dela o pânză superioară, care a înaintat către marea aptiană. Unele din clipele mai mari (probabil și clipele neocomiene ale Rarăului ar face parte din această serie) corespund unor resturi ale unei pânze superioare „Deckschollen”, rămase deasupra Aptianului.

Tectonica seriei inferioare este — în trăsăturile sale generale — tot de vârstă cretacică. Tectonica neocomianului urmează în general tectonica mesozoicului vechi, pentru că nu există între jurasicul și cretacicul inferior un hiatus sau o orogeneză. Tectonica aceasta o putem observa mai



ales la flancul extern al cuvetei marginale. În afară de tectonica din cretacicul mediu, în care a luat naștere planul cuvetei marginale, putem distinge încă o a doua fază postcretacică, probabil terțiară, în care liniile produse de orogeneza cretacică, au fost accentuate.

II. CUVETA MARGINALĂ MESOZOICĂ

INTRE SĂRATA ȘI POJORĂTA (VALEA MOLDOVEI)

Cuveta marginală mesozoică a Rarăului se continuă spre Nordwest, trecând Valea Moldovei la Pojorâta, până în regiunea Sărata, pe o lungime de aprox. 45 km. Am arătat mai sus, că marea dezvoltare a cuvetei mesozoice în regiunea Rarăului este datorită unei ridicări axiale longitudinale a Munților Bistriței. Spre Nordwest însă, cuveta marginală mesozoică se înneacă sub fliș. Transgresiunea flișului peste sedimentele mesozoice și peste Cristalinul Munților Bistriței devine cu atât mai mare, cu cât înaintăm spre Nordwest. Regiunea Sărata--Lucina corespunde unei depresiuni longitudinal-axiale; flișul transgredează mult în interiorul masei cristaline, formând astfel cuveta aptiană dela Lucina. Ca urmare a prezenței acestei depresiuni longitudinale, cuveta marginală mesozoică devine mai îngustă, cu cât înaintăm spre Nordwest. Flancul extern, bine dezvoltat în regiunea Rarăului, este acoperit de fliș și numai rareori iese de sub învelișul flișului, marcând astfel caracterul sinclinal al cuvetei marginale mesozoice (de ex. la Breaza). În Valea Cârlibaba cuveta marginală este tăiată brusc de o falie transversală și vine în contact direct cu Aptianul. În continuare spre Nordwest, cuveta marginală se găsește numai sub forma de clipe care ies dedesubtul stratelor neocomiane și care corespund unui sinclinal interior celui ce formează cuveta marginală descrisă până acum, fiind separat de cel din urmă prin o serie de șisturi cristaline (Șisturi cloritice și sericitice), în regiunea Bahnei. Caracterul sinclinal se menține și în regiunea aceasta; ambele flancuri ale sinclinalului sunt bine dezvoltate. În ceea ce privește raporturile stratigrafice ale cuvetei marginale între Sărata și Pojorâta, se poate constata o mare asemănare cu regiunea Rarăului. Deasupra șisturilor cristaline urmează și aci conglomerate verrucanice, deasupra lor dolomite și calcare dolomitice ale triasicului inferior, ca o fâșie continuă în tot lungul cuvetei marginale. Triasicul superior, sub facies de Hallstatt se găsește și aci sub forma unor clipe intercalate în Aptian. Doggerul este menționat de către UHLIG într'o ivire mică la Bâtca Psenilor. UHLIG ¹⁾ și VETTERS ²⁾ au considerat șistu-

¹⁾ UHLIG V.: l. c. c. d.

²⁾ VETTERS H.: Kleine Beiträge zur Geologie der Bukovina. Jahrb. d. Geol. R. A. Wien 1905.



rile roșii, cari se găsesc ca un orizont continuu deasupra dolomitelor triasice inferioare, drept strate de jasp. Ele însă corespund orizontului bazal al stratelor de Sinaia, fiind în aceeași poziție stratigrafică și tectonică și având același caracter petrografic ca și șisturile respective din regiunea Rarăului. Adevărate strate de jasp am observat numai în Valea Tatarca, într' o ivire mică. Stratele de Sinaia propriu zise au o răspândire foarte mică; vârsta stratelor neocomiane citate de VETTERS în regiunea Sărata nu este stabilită încă cu exactitate. Noi le-am cartat împreună cu orizontul roșu bazal ca neocomian inferior (Strate de Sinaia). Apțianul prezintă dezvoltarea sa tipică în trei orizonturi, având clipe de calcare recifale și iviri de roce eruptive bazice și serpentine.

În ceea ce privește tectonica, ea prezintă aceleași caractere ca și în regiunea Rarăului. Refularea și redresarea Cristalinului și a flancului intern al cuveții marginale se poate observa și aci. La Breaza, unde sinclinalul este foarte frumos dezvoltat, se poate observa poziția verticală și chiar redresată a cuveții marginale. Flancul extern, în poziție verticală vine în contact direct cu Apțianul. Sinclinalul este umplut cu conglomerate apțiene considerate de UHLIG ca Dogger. Acolo unde flancul extern nu este vizibil, apțianul vine în contact direct cu orizontul roșu bazal al Stratelor de Sinaia (ca și la flancul intern din regiunea Rarăului). În Valea Cârlibaba se poate constata o dedublare a seriei mesozoice printr' o falie. Falii transversale se găsesc în pârâul Cailor și în Valea Cârlibaba. În regiunea Sărata, forma sinclinală a mesozoicului este clar vizibilă.

În fine vom descrie câteva profile locale din cuveta marginală mesozoică.

I n r e g i u n e a S ă r a t a

La Pornale, seria începe cu conglomerate permice; deasupra lor stau dolomite triasice inferioare, cu înclinare spre NE. Urmează orizontul roșu, pe urmă gresii, cari se desfac în plăci, calcare marnoase cu vine de calcit. În partea sudică, această serie de strate capătă forma unui sinclinal aproape vertical. La flancul extern, în regiunea Bahnei se poate observa o repetare de trei ori a seriei: Conglomerate verrucanice și dolomite triasice.

I n V a l e a C ă r l i b a b a

Seria începe tot cu conglomerate verrucanice; urmează dolomite triasice inferioare, calcare mai deschise, șisturi roșii, pe urmă iarăși dolomite și o fâșie îngustă de șisturi cristaline, toate având o înclinare spre NE. Acest cristalin vine în contact direct cu strate de Sinaia, cari au o înclinare spre N, deasupra lor, la Hrebenul (1384 m) urmează conglomerate apțiene.



Hrisze — Lucina — Kamienska — Hroby

În această regiune seria începe tot cu conglomerate verrucanice. Deasupra lor urmează dolomit triasic, formând crestele Lucina și Kamienska. Șisturile roșii, zăcând asupra dolomitelor au aci o mare răspândire. Dedublarea seriei, cunoscută din Valea Cârlibaba se termină aci. În Hroby potok se găsesc clipe de calcar triasic. Creasta Hroby este alcătuită din conglomerate apțiene.

Valea Lucava de jos — Știrbul

Peste seria șisturilor cristaline urmează mai sus de Revenciuc conglomerate verrucanice și dolomite triasice inferioare, cari în vale au o înclinare foarte mare spre NE. Sus însă, la Vârful Știrbul, înclinarea este mai mică. Aci se poate deci observa redresarea și refularea zonei marginale pe care am descris-o deja la flancul intern al Rarăului. Flancul extern nu apare.

Valea Tatarca — Dărâmoasa

Deasupra conglomeratelor permice și dolomitelor triasice, orizontul roșu este bine dezvoltat. Deasupra lui urmează Apțianul, conglomerate și gresii cu clipe de calcare recifale bine vizibile în valea dintre Dărâmoasă și Cocoșul; în Apțian se găsesc iviri de diabaze. În Valea Tatarca ies de sub Apțian stratele de jasp și șisturi cristaline într'o ivire foarte mică, făcând parte din flancul extern.

Tâmpa — Măgura — Făgețel — Breaza

Dealul Tâmpa este format din șisturi cristaline biotitice și muscovitice mai intens metamorfozate, cari au o înclinare spre NE. Urmează conglomerate verrucanice, dolomite triasice inferioare și orizontul bazal al stratelor de Sinaia. În Pârâul Făgețel, aceasta serie se repetă invers, avem deci un sinclinal tipic, care este umplut cu conglomerate și gresii apțiene, considerate de UHLIG ca aparținând Doggerului. Înainte de satul Breaza, la baza dolomitelor și conglomeratelor, iese la zi cristalin, care încalcă stratele de Sinaia spre NE.

În umplutura apțiană a acestui sinclinal, pe Dealul Măgura, găsim serpentine foarte frumos dezvoltate, cu fețe de alunecare (Harnisch).

Valea Moldovei — Liafa

Profilul cel mai frumos prin cuveta marginală ni-l oferă Valea Moldovei, străbătând la Sud de Breaza, această zonă. La gura văii Botușului, dolomitele triasice trec Valea Moldovei, venind de pe Plaiul Mostiștei (1006 m) și continuându-se la Piatra Fuscului (1236 m) în pârâul Liefile



urmează șisturi marnoase negre (apțiene?) cari conțin melafire și serpentine. Pe malul nordic al pârâului Liefle găsim o clipă mare de calcar triasic deschis cu vine de calcit. El se găsește în gresii apțiene. La creasta între Vârf. Flora (1139 m) și Liafa (1904 m) se găsește sub Apțian flancul extern al cuvetei marginale, format din Cristalin (micașturi și filite), conglomerate verrucanice și dolomite triasice. Sinclinalul este umplut cu orizontul roșu bazal al Stratelor de Sinaia. În Valea Moldovei se poate observa că sinclinalul are o formă isoclinală, deoarece aci și flancul extern are o înclinare spre NE. La gura Văii negre se găsesc la baza dolomitelor din flancul extern conglomerate verrucanice și șisturi cristaline, cari vin în contact aproape vertical cu Apțianul.

Vrf. Flora (1139 m) Valea Timon

Flancul intern al cuvetei trece Valea Moldovei și Dealul Fuscului și ajunge în Valea Timon în jos de cotitura cea mare a văii spre Sud. Orizontul bazal roșu este bine dezvoltat. Flancul extern, constat în Valea Moldovei numai iese la zi aci. Deasupra orizontului roșu urmează Apțian cu roce eruptive și cu clipe de calcare triasice. (Vrf. Flora 1139 m). Flancul intern se continuă dela Valea Timon spre Dealul Răchitiș (1236 m), și de aci neîntrerupt, spre Dealul Cailor. Spre NW de Dealul Cailor flancul intern este dedublat printr'o falie.

Pârâul Cailor

Cuveta marginală mesozoică trece pârâul Cailor $\frac{1}{2}$ km deasupra gurei văii. La baza găsim verrucano, deasupra lui dolomite triasice inferioare și în fine orizontul bazal roșu. Deasupra lui urmează șisturi negricioase, marne, mai spre NE, spre Muncelul, gresii, cari trec la conglomerate. Consider aceasta serie ca Apțian. De această serie sunt legate multe clipe de calcar mesozoic și multe iviri de melafire.

Prin Pârâul Cailor trece o falie cu tendință de deplasare orizontală (Blattverschiebung) care a mișcat cu 500 m în sens orizontal spre NE partea sudică a flancului intern.

Bâtea Psenilor—Pojorâta

La Sud de Bâtea Psenilor flancul intern apare iarăși dedublat printr'o falie. Sub dolomitele triasice care au o înclinare foarte mare spre NE urmează iarăși șisturi roșii cu aceeași înclinare, care spre SW sunt încălecate în mod discordant, de dolomite triasice. Astfel rezultă două fâșii de dolomite triasice care sunt separate una de alta printr'o fâșie de șisturi roșii. Această dedublare a seriei se menține până în Valea Moldovei.



Muncelul — Valea Sadovei

La Muncelul găsim continuarea zonei de gresii și de conglomerate apțiene din Măgura (1033 m) și din Valea Moldovei; spre NE de Muncelul, pe un afluent mic al Văii Sadova, găsim o clipă mare de calcar triasic. La NE de Muncelul apar și șisturi roșii din orizontul bazal al Stratelor de Sinaia. Seria marnoasă a Pârâului Cailor trece prin Valea Moldovei la Fundul Pojorâtei, iar flancul intern al cuvetei marginale (Conglomeratele verrucanice și dolomite triasice) și orizontul roșu trece prin Valea Moldovei spre SE, spre Muntele Adam și Eva.

La Sud de regiunea Rarăului cuveta marginală mesozoică se pierde; mai găsim însă pe creasta, care separă Moldova de Bucovina, câteva petece mici, constituite de conglomerat verrucano și dolomit triasic inferior, petecele fiind prinse în forma unor sinclinale în șisturile cristaline. Le găsim la Măgura, trecând prin Valea Cheilor pe Hrebentul, Arșița, Clifele, până la o distanță de 15 km de Rarău. Lungimea totală a cuvetei marginale mesozoice este deci de 75 km. Cuveta marginală apare iarăși în regiunea Hăghimașului cu o dezvoltare mai frumoasă și mai tipică decât în Rarău.

Din fâșiile mesozoice, care se găsesc astăzi situate peste șisturile cristaline în interiorul masivului vechi al Munților Bistriței și al Carpaților orientali, în general, putem deduce, că aproape toată masa cristalină a Carpaților orientali a fost acoperită cu sedimentele permo-mesozoice. Astfel de fâșii se găsesc de ex. în Valea Bistriței, la Jacobeni, unde sunt constituite din conglomerate verrucanice și dolomite triasice, apoi în Valea Putnei unde au aceeași constituție. În Valea Putnei se găsește și orizontul bazal al stratelor de Sinaia, discordant peste dolomitele triasice inferioare. La Jacobeni dolomitele sunt acoperite de o gresie argiloasă-micacee, pe care-o consider tot ca aparținând orizontului inferior al Stratelor de Sinaia. Alte elemente nu s'au găsit până acum. Se poate deduce că eroziunea în Carpații de Est a fost foarte mare. Numai grație depresiunii și refulării marginale a masei cristalino-mesozoice a Carpaților orientali, s'au mai păstrat până astăzi câteva resturi din acoperișul mesozoic sub forma de cuvetă marginală și grație unor falii, câteva fâșii mesozoice depe cristalin. Reducerea aceasta extrem de mare, lipsa anumitor termeni și răspândirea sporadică a Mesozoicului îngreunează mult studiul stratigrafiei și mai ales al tectonicei Mesozoicului.



CUPRINSUL :

	<u>Pagina</u>
Introducere	1— 6
I. Regiunea Rarăului.	7—25
1. Privire geologică generală.	7— 8
2. Observațiuni petrografice.	8—11
Șisturile cristaline	8—11
3. Stratigrafia	11—18
Verrucano	11
Triasicul	11—12
Jurasicul	12—14
Cretacicul	14—17
Ivirile de diabaze în Apțian	17—18
4. Tectonica cuvetei marginale mesozoice a Rarăului	18—23
Tectonica cristalinelui și a flancului intern.	19—20
Tectonica flancului extern	20—21
Umplutura cuvetei marginale mesozoice	21—23
Clipele apțiene	23
5. Istoria geologică a Rarăului	23—25
II. Cuveta marginală mesozoică între Sărata și Pojorâta.	25—29



GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN
IN DER MESOZOISCHEN RANDMULDE DER BUKOWINA MIT
BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES RARÄU-GEBIETES.

Mit 1 geologischen Karte 1:50.000, 1 Profiltafel 1:50.000, 1 geologischen Skizze
1:200.000, 3 Profilen und 15 photographischen Tafeln.

VON

Dr. THEODOR KRÄUTNER

EINLEITUNG

Die erste geologische Bemerkung über das Mesozoikum der Bukowina findet sich bei ALTH¹⁾, der ein Profil des Valea Lucava beschreibt und dabei das Vorhandensein jurassischer Kalkbildungen feststellt.

Gelegentlich der ersten, von der k. u. k. Reichsanstalt in Wien durchgeführten Uebersichtsaufnahme der österreichisch-ungarischen Monarchie arbeiteten mehrere Geologen in dem Mesozoikum der Bukowina, so z. B. HAUER, RICHTHOFEN²⁾ und ANDRIAN³⁾. Von besonderer Wichtigkeit für den Fortschritt unserer Kenntnisse über das Mesozoikum der Bukowina waren die Arbeiten, die über das Mesozoikum von Siebenbürgen erschienen, wo HAUER, STACHE⁴⁾, HERBICH⁵⁾ und MOJSISOVICS⁶⁾ arbeiteten. Die erste zusammenfassende Beschreibung der Geologie der Bukowina stammt jedoch von C. M. PAUL⁷⁾. Nach ihm werden die

¹⁾ ALTH A. v. Ein Ausflug in die Marmaroscher Karpathen. Mitt. der k. u. k. geogr. Ges. 1858.

²⁾ HAUER und RICHTHOFEN: Bericht über die geolog. Uebersichtsaufn. in nordöstl. Ungarn. Jahrb. d. Geol. R. A. Wien, 1859.

³⁾ ANDRIAN F. v.: Aufnahmen im westlichen Teil der Bukovina. und im Kolomeer Kreise. Jahrb. d. Geol. R. A. Wien, 1860.

⁴⁾ HAUER und STACHE: Geologie Siebenbürgens. Wien 1863.

⁵⁾ HERBICH F.: Neue Beobachtungen in den ostsiebenbürgischen Karpathen. Verh. d. Geol. R. A. Wien 1873 No. 16.

⁶⁾ HERBICH F.: Das Szeklerland Mitt. a. d. Jahrb. d. ung. geol. Anstalt Budapest B. V. 1878.

⁷⁾ MOJSISOVICS: Über norische Bildungen in Siebenbürgen. Verh. d. Geol. R. A. Wien 1875 No. 8.

⁸⁾ PAUL C. M.: Grundzüge der Geologie der Bukowina Jahrb. d. Geol. R. A. Wien 1876, s. 261—330.



mesozoischen Sedimente konkordant von den Flyschbildungen überdeckt. (Im Perke'ab- und Sărata-Tal.) Bei Breaza kennt jedoch PAUL schon die synklinale Lagerung des Mesozoikums, welche bis in die Gegend des Rarău verfolgt werden kann. Die vielen mesozoischen Schollen, die heute als Erosionsreste, eingezwängt in Synklinalen, auf der kristallinen Masse der Munții Bistriței liegen, wurden schon fast alle von PAUL, entdeckt und beschrieben. Nach PAUL, beginnt die Serie der permo-mesozoischen Ablagerungen mit Verruccano-Konglomeraten, in deren Hangendem Kalke und Dolomite folgen, die für Untertrias gehalten wurden. Über ihnen folgen die sogenannten „Jaspis-Schichten“, die aus roten kieseligen, zuweilen tonigen oder kalkigen Sedimenten bestehen und stellenweise mit dunkelroten oder schwärzlichen Schiefen wechsellagern. Sie wurden ebenfalls der Trias zugeteilt. PAUL, kannte auch schon die basischen Eruptivgesteine der Tâmpa und bei Breaza. Ueber die Jaspis-Schichten folgt nach PAUL ein kalkiger Horizont, nur schwach entwickelt, mehr klippenförmig, der sehr fossilreich ist. Es lassen sich in ihm paläontologisch zwei Stufen unterscheiden.

In der unteren Stufe finden sich:

<i>Posidonomia Wengensis</i>	WISSM.
<i>Daonella Lommeli</i>	WISSM.
<i>Trachyceras Archelaus</i>	LAUBE.
<i>Sageceras Walteri</i>	MOJS. n. sp.
<i>Lyloceras Wengense</i>	WISSM.
<i>Arcestes</i>	sp. indet.

Der höhere Horizont lieferte:

<i>Daonella reticulata</i>	MOJS.
<i>Daonella Pichleri</i>	GUMB.
<i>Daonella Pauli</i>	MOJS.
<i>Pecten</i>	n. sp.

Hiernach entsprechen diese Kalke der norischen Stufe der alpinen Trias, und zwar die untere Abteilung genau den Wengener Schichten und die obere dem Kalk von Fured. Die Jaspis-Schichten stehen nach PAUL, in enger Beziehung zu diesen Kalken und werden mit den Buchensteiner Schichten verglichen. Mit den norischen Kalken hält PAUL, die altmesozoische Schichtfolge für geschlossen. Den Rarău bilden nach ihm die untertriadischen Kalke und Dolomite. Das Vorkommen der höheren Trias am Rarău ist für ihn ungewiss. In demselben Jahre erschien auch die Arbeit von WALTHER ¹⁾, welcher jedoch in der Darstellung des Mesozoikums den von Paul gegebenen Richtlinien folgt.

¹⁾ WALTHER B.: Die Erzlagerstätten der südlichen Bukowina. Jahrb. d. Geol. R. A. Wien 1876 S. 343—426.



Ein neuer Abschnitt in dem Fortschritt unserer Kenntnisse über die mesozoischen Bildungen der Bukowina begann mit UHLIG¹⁾, welcher als guter Kenner der Alpen und als der beste Kenner der Karpathen seiner Zeit, den nötigen Horizont besass, um die Erscheinungen in seinen allgemeinen grossen Rahmen einordnen zu können.

In stratigraphischer Hinsicht stellte UHLIG folgende Schichtfolge fest :

Quarzite und Konglomerate, Perm, Verrucano.

Dolomitische Kalke und Dolomite, Untertrias, in den neueren Arbeiten Verrucano.

Jaspis-Schichten und Sandsteine, Obertrias und Mitteltrias.

Darüber folgt Tithon und Neokom.

Ausser dieser Serie, die in der mesozoischen Randmulde der Bukowina eine weite Verbreitung hat, erkannte UHLIG noch eine zweite Serie, welche in Form von Klippen auftritt und die vor allem die Trias in Hallstätter Faziesausbildung umfasst. Es konnte ausgeschieden werden :

Anisisch : Werfener Schiefer mit : *Natiria costata*

Myophoria costata

Pseudomonotis cf. angulosa

Turbo rectecostatus.

Karnisch : Riffkalke mit *Halobia austriaca* und *Brachiopoden*.

Riffkalke von Valea mare bei Câmpulung : Rote Kalke mit *Trachyceras Aon*.

Norisch : Trachyceren Fauna, Wengener und Füreder Horizont. (Fossilliste früher bei Paul zitiert.).

Hallstätter Kalke im Val. Mesteacăn, bei Câmpulung.

Rhätisch : Rhätische Kalke mit Brachiopoden bei Pojorâta.

Lias : Adnether Fazies mit Ammoniten. Val. seaca bei Câmpulung

Dogger (Bajocien-Bathonien) : mit *Pseudomonotis alpina* (Pojorâta) *Sphaeroceras* (Isvorut alb).

- ¹⁾ UHLIG V. : a) Vorläufiger Bericht über eine geologische Reise in das Gebiet der goldenen Bistritz. (NO Karpathen) Sitzber. Ak. d. Wiss. Naturw. Kl. B. 98, I. Abt. 1889 Wien.
- .. b) Über die Beziehungen der südlichen Klippenzone zu den Ostkarpathen. ibidem B. 106. I. Abt. 1897. Wien.
- .. c) Über die Klippen der Karpathen. C. R. Congres internat. de Geol. IX. Wien 1903.
- .. d) Bau und Bild der Karpathen, Wien 1903.
- .. e) Über die Tektonik der Karpathen. Sitzber. d. Ak. Wiss. Naturw. Kl. B. 116, I. Abt. 1907 Wien.
- .. f) Das Vorkommen der Werfener Schiefer im Valea Seacă bei Kimpolung (Câmpulung) in der Bukowina Mitt. geol. Ges. Wien, III. 1910.



Malm-Tithon: Grünliche und rötliche Kalke, Acanthicus-Schichten. (*Psiloceras acanthicum*) Übergänge zu weissen Nerineenkalken).

Tithon-Neokom: Caprotinenkalke (Rarău) mit Belemniten und Ammoniten

Vom Rarău werden nach GR. ȘTEFĂNESCU ¹⁾ erwähnt:

Desmoceras Dupinianum
 „ *luptaviense*
 „ *Matheroni*.

In tektonischer Hinsicht erkannte UHLIG ²⁾ klar den synklinalen Bau der mesozoischen Randmulde, besonders in ihrem südlichen Teil, wo sie in mehrere Antiklinalen und Synklinalen zerfällt, welche durch Aufbrüche von Glimmerschiefer von einander getrennt werden. Die Muldenfüllung wird zum grössten Teil von Neokom gebildet. 1907 erklärte UHLIG ³⁾ die Verschiedenheit der beiden oben angeführten mesozoischen Schichtserien durch das Vorhandensein zweier verschiedener Decken, von denen die untere, die bukowinische, mit kristallinem Untergrund, weit verbreitet ist und im allgemeinen der hochtriasischen Decke der Nordkarpathen entspricht. Sie ist besonders gekennzeichnet durch die lückenhafte Entwicklung der Trias. Die obere, siebenbürgische, Decke, die aus der fossilführender Trias, dem Jura und dem Neokom in kalkiger Fazies gebildet wird, findet sich heutzutage nur noch in Form kleiner Klippen, die über die untere bukowinische Decke geschoben erscheinen. So gebührt UHLIG ein unbestritten grosses Verdienst um die geologische Erforschung der Ostkarpathen.

Von den Schülern UHLIGS arbeitete VETTERS ⁴⁾ in dem Mesozoikum der Bukowina, welcher das Nordostende der mesozoischen Randmulde kartierte, im Perkelab und Sărata-Tal, und dabei in stratigraphischer und tektonischer Beziehung zu derselben Ansicht gelangte wie UHLIG, weiterhin TRAUTH. ⁵⁾ Eine Ergänzung zu den Forschungen UHLIGS bilden im Moldauischen Teil der mesozoischen Randmulde die Arbeiten

¹⁾ GR. ȘTEFĂNESCU: Anuarul biroului geologic, III. 1885. p. 51. București und: Sitzber. d. k. Ak. d. w. Wien. 98. B. S. 735.

²⁾ UHLIG: l. c. c. (d)

³⁾ UHLIG: l. c. c. (e)

⁴⁾ VETTERS H. Kleine Beiträge zur Geologie der Bukovina. Jahrb. d. Geol. R. A. Wien 1905.

⁵⁾ TRAUTH F.: Ein Beitrag zur Kenntnis des ostkarpathischen Grundgeb. Mitt. geol. Ges. Wien III. 1910.



von S. ATHANASIU ¹⁾, welcher in diesem Gebiete folgende Schichtserie feststellte :

Quarzitische Konglomerate, Verrucano.
 Dolomitische Kalke Trias
 Kieselige Schiefer (Jaspis-Schichten) Trias?
 Harte belemnitenführende Sandsteine-Jura oder Neokom?
 Caprotinen und Korallenkalke, Konglomerate und Sandsteine
 die folgende Fossilien lieferten :

Bei den	}	<i>Requienia carinata</i> MATHERON
		„ (<i>Toucasia</i>) <i>gryphoides</i> MATH. oder
		„ <i>Loudsdalei</i> SOW.
Pietrile Doamnei		„ <i>Ammonia</i> GOLDF.
		„ <i>Rhynchonella asteriana</i> D'ORB.
		<i>Discoidea</i> und <i>Thamnastraea</i> .
Vom Rarău	}	<i>Rhynchonella multififormis</i> RÖM.
		„ <i>lata</i> D'ORB.

Aus dieser Fauna ergibt sich das Apt-Urgon Alter der Caprotinenkalke.

Neue Fossilfunde aus der Bukowina beschreibt G. v. MERHARD ²⁾, aus den „Wurfener Schiefen“ des Valea seaca :

Pseudomonotis (Avicula) venetiana HAUER.
Myacites fassaensis WISSM.
Myophoria laevigata GOLDF.
 „ *Costata* ZENK.
Gervilleia incurvata LEPS.
 „ *n. sp. aff. G. exporrecta* LEPS.
Turbo rectecostatus HAUER.

Diese Fauna entspricht der der Seiser und Campiler Schichten. Aus einem Kalkblock (Gerölle) aus den aptienen Konglomeraten bei Câmpulung stammen :

Spiriferina uncinata Schth. (*kössensis*)
 „ *Suessi* WINKL.
Amphiclina intermedia BITT.
Rhynchonella fissicostata SUSS.
 „ *cf. fissicostata* (Suess) GEYER.

¹⁾ ATHANASIU S.: Geologische Beobachtungen in den nordmoldauischen Karpathen. Verh. d. Geol. R. A. Wien 1899.

²⁾ MERHARD G. v.: Neue Funde aus der Trias der Bukowina. Mitt. d. Geol. Ges. Wien III. 1910.



Koninckina cfr: *elegantula* (ZUGM) BITTNER.

„ *sp.*
Thecidium *sp. indet.*

Terebratula
Waldheimia
Rhynchonella
Spiriferina
Amphiclina } *sp. indet.*

Oxytoma inaequivalve SOW. var. *intermedia* Emm

Im Hofmuseum von Wien finden sich noch folgende Formen, vor :

Terebratula gregaria SUESS Fundort : Măgura bei Pojorâta
„ *pyriformis* SUESS „ „ „ „
Rhynchonella cornigera „ „ „ „
Ostrea Heidingeri Emm. „ Sadova.

Diese Fossilien beweisen das rhätische Alter vieler Blockklippen aus dem Aptien in der Gegend des Rarău. (Pojorâta—Sadova—Câmpulung). Eine neokome Korallenfauna der Bukowina wurde von VOLZ¹⁾ beschrieben. Die neueren Studien im Mesozoikum Siebenbürgens von JEKELIUS²⁾ und I. ATANASIU³⁾ sowie die neueren Studien über die Geologie der Flyschzone der Ostkarpathen von MACOVEI⁴⁾, I. ATANASIU und ȘTEFĂNESCU⁵⁾ sind von besonderer Bedeutung für das Studium der mesozoischen Randmulde der Bukowina.

Die Studien von JEKELIUS im Gebiete des Hăghimașul mare haben ergeben, dass die Jaspis-Schichten, die bisher als Trias angesehen wurden, auf Grund ihrer stratigraphischen Lagerung, dem Jura zuzuschreiben sind. (Callovien-Oxfordien). I. ATANASIU fand am Muntele Azovul mare (im Gebiet des Hăghimașul mare) in den Dolomiten und den dolomitischen

¹⁾ VOLZ: Über eine Korallenfauna aus dem Neokom der Bukowina. Beiträge zur Geol. und Pal. Osterr. Ungarns. 1903 B. XV. Wien.

²⁾ JEKELIUS E.: Der mittlere und obere Jura im Gebiet des Hăghimașul mare in Siebenbürgen. Bull. Sect. Scient. Acad. Roum. T. VII. Bukarest 1922.

³⁾ ATANASIU I.: La masse cristalline et les dépôts mesozoïques des monts Hăghimaș. Guide des excursions. Assoc. pour l'adv. de la geol. des Carp. II. Reunion. Bukarest 1927.

⁴⁾ MACOVEI G.: Aperçu géologique sur les Carpatés orientales. Guide des exc. Assoc. pour l'av. de geol. des Carp. II reunion București 1927.

⁵⁾ ȘTEFĂNESCU D.: Cercetări geologice în basinul superior al râului Suceava, Bucovina, Dări de seamă. Institutul geologic al Rom. Vol. X. 1921/22. București 1927.



Kalken, die von UHLIG als Verrucano angesehen worden waren, folgende Fauna :

- Myophoria costata* ZIETEN.
 „ *laevigata* „
Anoplopora fassaensis WISSM.
Gervilleia modiola Frech.
 „ *exporrecta* Frech.
Pecten discites Schloth.
 „ *var. microtis* Bittn.
Pseudomonotis sp.
Naticella cf. *costata* Mstr.

Auf Grund dieser Fauna ergibt sich klar, dass die Dolomite und dolomitischen Kalke dem oberen Horizont der Werfener Schichten (Campiler Sch.) zuzuteilen sind. Es ist auch möglich, dass die Konglomerate und Quarzsandsteine, die stets an der Basis dieser Dolomite auftreten und die bisher für Verrucano gehalten wurden, dem tieferen Niveau der Werfener Schichten entsprechen.

Die Arbeiten von MACOVEI, ATANASIU I. und ȘTEFĂNESCU D. bringen eine neue Einteilung der Flyschzone mit sich, die ich auch in vorliegender Arbeit angewendet habe. Die interne Kreideflyschzone der Ostkarpathen wird darnach gebildet von : Sinaia—Schichten (Valang. — Hauteriv.), Schwarzen Schiefen (Barrem) und dem Aptien in drei Horizonten : Mergel, Sandsteine mit Riffkalkklippen und Konglomerate.

I. DAS RARÄUGEBIET.

I. ALLGEMEINE GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Das Gebiet des Rarău, in der Bukowina gelegen, bildet den Teil der mesozoischen Randmulde der Bukowina, welcher südlich des Moldova—Tales liegt. Während die mesozoische Randmulde im Norden der Bukowina einen sehr einfachen Bau aufzeigt und sich in Form eines schmalen Bandes von ungerfähr 1 km Breite zwischen der kristallinen Masse der Munții Bistriței und der Flyschzone, beginnend im Valea Perkelab und Sărata, hinzieht, verbreitet sich diese Zone in ihrer Fortsetzung nach Süden über Breaza gegen das Moldovatal, besonders in der Gegend des Rarău. Diese Verbreiterung ist die Folge einer longitudinalen Axialerhebung des gesamten Gebirgsmassives. Schritt für Schritt taucht der tiefere Untergrund, der kristalline Block mit seiner altmesozoischen Se-



dimentdecke aus der Neokombedeckung hervor und gestattet uns daher, Einblick in seine tektonischen Verhältnisse zu gewinnen und vor allem auch das tektonische Verhältnis zwischen dem Kristallin und der altmesozoischen Auflagerung einerseits, und der Flyschzone andererseits, festzustellen. In der mesozoischen Randmulde können wir den Innen- und den Aussenflügel unterscheiden, Benennungen, die noch von UHLIG¹⁾ herkommen. Zwischen diesen beiden Flügeln liegt die Muldenfüllung.

Der Innen und Aussenflügel hat eine kristalline Unterlage; darauf folgen Quarzkonglomerate, rote oder weissliche, glimmerführende Sandsteine, die als Verruccano angesehen werden. Darauf folgen dolomitische graue Kalke, welche unten geschichtet, in den oberen Partien massig entwickelt sind. UHLIG rechnete sie auch dem Perm zu. Doch nach den Fossilfunden, die I. ATANASIU²⁾ am Muntele Azovul mare gemacht hat, müssen dieselben der unteren Trias zugerechnet werden, und zwar als Äquivalent der Campiler Schichten der Werfener Schiefer. Damit schliesst in vielen Fällen die zusammenhängende Schichtfolge und oft liegt das Neokom direkt auf diesen Triasdolomiten. An einigen Stellen finden sich noch harte glimmerige Sandsteine, von dunkelgrauer bis blauer Farbe über den Dolomiten oder auch direkt auf dem Kristallin, in denen S. ATHANASIU³⁾ Belemniten fand, und die wahrscheinlich jurassisches Alter haben.

Die oxford-callovien Jaspis-Schichten sind stellenweise gut entwickelt. An manchen Stellen folgen darüber noch Tithonkalke, die dann die altmesozoische Schichtfolge abschliessen. Die Muldenfülle wird von Neokom gebildet. Und zwar finden sich: Sinaiaschichten (Valanginien-Hauterivien) Schwarze Schiefer (Barremien) in kleinen Synklinalen eingelagert, und die drei Horizonte des Aptien: Mergel, Sandsteine mit Riffkalkklippen und Konglomerate. Die Klippen erreichen im Gebiet des Rarău eine besondere Grösse. Weiterhin finden sich im Aptien viele Durchbrüche von Melaphyren und Diabasen, welche besonders im schieferig-mergeligen Horizont des Aptien kontaktmetamorphe Wirkungen hervorgerufen haben.

Alle übrigen Stufen des Altmesozoikums, besonders die typische alpine Trias in Hallstätter Fazies und der Lias in Adnether Fazies, die besonders von UHLIG in seinen Arbeiten stets erwähnt werden, finden sich nirgend in zusammenhängendem Zuge vor. Alle die Fossilfunde dieser Stufen stammen aus Kalkblöcken, welche als kleinere oder grössere Blockklippen besonders im Aptien verstreut, oder darüber liegen. Für die geo-

¹⁾ UHLIG V. 1. c. c. d

²⁾ ATANASIU I. 1. c. c.

³⁾ ATHANASIU S. 1. c.



logische Geschichte des Gebietes sind diese Blockklippen insofern von Wichtigkeit, als dass sie mit grosser Bestimmtheit auf eine frühere weite Verbreitung dieser Stufen hinweisen, die früher, da sie anstehend fast nicht vorkommen, bei der Deutung der geologischen Geschichte des Gebietes oft ganz ausser Acht gelassen wurden.

2. PETROGRAPHISCHE BEOBACHTUNGEN — DIE KRISTALLINEN SCHRIEFER

Die kristallinen Schiefer der Munții Bistriței bilden im Westen die Unterlage der mesozoischen Randmulde und zwar des Innenflügels. Doch finden sie sich auch in dem Aussenflügel, wenn auch in geringer Mächtigkeit, fast stets vor. Sie gehören zum grössten Teil der schwach metamorphen II. Gruppe des Kristallins an und bestehen hauptsächlich aus Serizit- und Chloritschiefern, Phylliten, schwarzen Quarziten und einigen Einlagerungen von kristallinen Kalken. Grosse Blöcke von Quarz von weisser Farbe finden sich im Pârâu Hozdeu, nahe der Überschiebungslinie des Kristallins auf die Flyschzone. Auch in der Fortsetzung nach Süden, im Pârâu Gemeni, ist das Kristallin sehr reich an Quarz, so dass hier wahrscheinlich eine Zone von Quarzinjektionen vorliegt. In diesen wenig metamorphen kristallinen Schiefen finden sich, besonders im Westen, an der äussersten Grenze des Kristallins gegen die mesozoische Randmulde, Linsen eines groben Augen- und Flasergneises eingelagert, der dem Coziagneis recht ähnlich sieht und den wir R a r ä u g n e i s nennen wollen. Das Vorkommen dieses Gneises ist schon von altersher bekannt, PAUL, UHLIG, ATHANASIU erwähnt ihn, eine petrographische Beschreibung stammt von TRAUTH¹⁾ und von NICOLAU²⁾.

Dieser Gneiszug lässt sich vom Czarny Dil, im Valea Ceremușului an, wenn auch nicht in zusammenhängendem Zuge, am Aussenrand der kristallinen Masse der Ostkarpathen bis in das Gebiet des Hăghimașul mare verfolgen. In dem Gebiet des Rarău bildet er zum grössten Teile den Kamm der Bâta Nițanu und Bâta Hohenilor und reicht bis in das Valea Giumălău hinunter. Der steile Rücken des Dealu Muncelului wird ebenfalls von einer solchen Gneislinsse gebildet. Weniger mächtige Gneiseinlagerungen finden wir auf dem Picior Habâta und dem Picior Călugărului. Doch findet sich der Rarăugneis auch in dem zum Aussenflügel gehörigen Kristallin, so z. B. auf der Bâta cu Flai und im Flussgebiet des Pârâu Hozdeu.

Es lassen sich petrographisch mehrere Ausbildungsformen dieses Gneises unterscheiden. Sein am weitest verbreiteter Typus ist ein flase-

¹⁾ TRAUTH F.: l. c. c.

²⁾ NICOLAU: Gneisul dela Rarău. Arch. soc. Șt. I.ăt. Iași. 1905. S. 1—3.



riger Augengneis, der grosse, meist rot gefärbte Mikroklinaugen führt, die von grösseren Muskowit — und kleineren Biotitschüppchen unflossen werden.

Unter dem Mikroskop zeigen die grossen Feldspatauge typische Mikroklingitterung. Sie führen Einschlüsse von kleinen Quarzkörnern, kleinen Plagioklassen und Muskowit. Der Orthoklas kommt ebenfalls in grösseren Individuen vor. Der Quarz findet sich oft in Lagen angereichert. Die grösseren Körner zeigen sich oft als zusammengesetztes Aggregat aus kleineren Körnern, die teilweise undulöse Auslöschung zeigen. Die Plagioklasse bilden kleinere Individuen als der Kalifeldspat. Sie zeigen Zwillingsbildung nach dem Albit- und Periklin-Gesetz und entsprechen einem Oligoklas von 26—28% An.-Gehalt. Von den Glimmern überwiegt der Muskowit über den Biotit. Der Muskowit kommt in grossen Schuppen oft in paralleler Verwachsung mit dem Biotit vor. Der Biotit bildet kleinere Schuppen, zeigt stets pleochroitische Höfe um Zirkon, wobei oft auch der Zirkonkristall gut zu sehen ist. Die Farbe des Biotites ist braun mit dem gewöhnlichen Pleochroismus von dunkel-rotbraun bis hellgelb. Manchmal finden sich auch grünliche Abarten. Granat ist fast überall in kleineren bis grösseren Körnern zu finden, die teilweise Quarzeinschlüsse führen, teilweise aber auch von der Zersetzung ergriffen sind und sekundäre Calcitbildung zeigen. Zirkon kommt ausser im Biotit auch sonst in grösseren Körnern vor. Magnetit ist in fast jedem Schliff, jedoch nicht in grossen Mengen zu finden. Als akzessorisches Gemengteil beobachtet man, sehr selten, den Titanit. Das Grundgewebe besteht aus Quarz und Feldspat. An Zersetzungsprodukten der primären Gemengteile findet sich noch Chlorit, der aus dem Biotit hervorgegangen ist und sehr oft Epidot, und Serizitschüppchen im Feldspat. Die Schieferung des Gneises ist besonders durch die Glimmer, die Quarze und die grossen Mikroklinaugen ausgeprägt.

Im Inneren der Gneislinsen und besonders in den mächtigeren Linsen, wie z. B. am Muncel, ist die Schieferung nicht so ausgeprägt, sodass der Gneis ein mehr granitisches Aussehen annimmt. Diese Varietät beschreibt TRAUTH als Granit (Gneisgranit). In Zonen stärkerer tektonischer Beanspruchung, wie z. B. im Kristallin des Aussenflügels, kann sich der Gneis aber noch mehr verschiefern, als wie es seinem Normaltypus entspricht, was sich ausser der verschiedenen Struktur, im Mineralbestand als Anreicherung der hellen Glimmerelemente und als Serizitbildung äussert. Auf dem Dealul Muncelului finden sich auch feinkörnige Varietäten dieser Gneise.

Die Paräugneise grenzen selten direkt an die wenig metamorphen Serizit-Chlorit-Schiefer. Wie besonders am Dealu Muncelului gut gesehen werden kann, finden sich am Kontakt mit dem Gneis feinschieferige



Biotit-Muskowit-Schiefer, die aus grösseren streng parallel gestellten Biotitschuppen und wenigen kleineren Muskowitschuppen bestehen. Im Grundgewebe findet sich viel Quarz in kleinen verzahnten Körnern, die starke Druckwirkungen aufweisen, und wenige kleine Körnchen von Feldspat, die wahrscheinlich einem sauren Plagioklas entsprechen. Epidot findet sich in kleineren und grösseren unregelmässigen Körnern über den ganzen Schliff zerstreut, Granat ist sehr wenig vorhanden. Nach aussen gehen diese Schiefer in gröbere Muskowit-Biotitschiefer über, in denen der Muskowit in grösserer Menge und besser ausgebildet ist als der Biotit. Der Quarz bildet Schnüre die sich in der Schieferungsrichtung hinziehen, die aus kleinen verzahnten Individuen bestehen; diese Schnüre sind gewöhnlich frei von Glimmer. Feldspat ist mit dem Quarz vermengt; es finden sich Plagioklaszwillinge nach dem Albit- und Periklin-gesetz, die einem sauren Plagioklas entsprechen. Oft findet man am Kontakt des Gneises auch grobflaserige Granat-Muskowitglimmerschiefer, z. B. unter dem Gneis der Berge Adam und Eva.

Auf der Băta Nitanu enthält der Rarăugneis Einlagerungen von Amphiboliten, welche unter dem Mikroskop eine dichte Vermengung von Hornblendenadeln und Epidot erkennen lassen. Die Hornblende entspricht der grünen Hornblende, der Epidot dem Pistazit. Feldspat ist nur sehr wenig vorhanden und findet sich in kleinen Körnchen zwischen den Hornblendenadeln. Vereinzelt finden sich noch kleinere Schüppchen von Muskowit. Die Struktur dieses Epidot-Amphibolites ist schieferig.

Der Rarăugneis erscheint uns dieser Beschreibung nach als ein typischer injizierter Orthogneis, der in seiner unmittelbaren Umgebung eine Metamorphose der kristallinen Schiefer hervorgerufen hat, jedoch nur auf eine kleine Entfernung hin, da diese höher metamorphen Schiefer rasch wieder zum Typus des Kristalin II. zurückkehren.

3. STRATIGRAPHIE DER MESOZOISCHEN RANDMULDE

Verruccano

Die Quarzkonglomerate und roten glimmerreichen Quarzsandsteine, die fast überall an der Basis der triadischen Dolomite vorkommen, wurden von UHLIG mit dem Verruccano der Alpen verglichen und demnach dem Perm zugeteilt. Sie finden sich stets nur in Vergesellschaftung mit den dolomitischen Kalken und Dolomiten, an deren Basis sie selten fehlen. Ihre Mächtigkeit beträgt 10—20 m. Man findet sie selten gut abgeschlossen und muss meistens nur aus der weiten Verbreitung der harten Quarzkonglomerate als Blöcke, die der Verwitterung grossen Widerstand



leisten, auf ihr Vorhandensein an der Basis der Dolomite schliessen. Über den Quarzkonglomeraten folgen fast stets rötliche oder auch weisse glimmerführende Quarzsandsteine, die mit dem Grödener Sandstein der Alpen verglichen wurden. I. ATANASIU hält diese Konglomerate und Sandsteine für untertriadisch, da schon in den untersten Partien der sie überlagernden Dolomite Fossilien der Untertrias vorkommen, und ihm eine Teilung der beiden Schichtglieder auch wegen des steten Zusammenvorkommens nicht gerechtfertigt erscheint. Wir haben diese Konglomerate und Sandsteine auf der Karte als Verruccano ausgeschieden, in Anlehnung an ihre grosse Ähnlichkeit mit dem Verruccano der Alpen und vor allem ihrer Ähnlichkeit mit den Verruccano-Bildungen Westsiebenbürgens (Munții Codrului) wegen.

Trias

Die Dolomite und dolomitischen Kalke die auf die oben beschriebenen Verruccanobildungen folgen, haben im Gebiet des Rarău eine wechselnde Mächtigkeit, die zwischen 50 und 200 m schwankt. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass diese letztere grosse Mächtigkeit, sekundär durch Schuppung zustande gekommen ist. PAUL rechnete diese Dolomite zur unteren Trias, während sie von UHLIG in seinen späteren Arbeiten, eben wegen ihrer Zusammengehörigkeit mit den Verruccano-Konglomeraten, ebenfalls für Verruccano angesehen wurden. I. ATANASIU fand jedoch in diesen Dolomiten am Muntele Azovul mare, in dem Gebiet des Hăghinașul mare eine Fauna, die wir weiter oben bereits zitiert haben und auf Grund deren hervorgeht, dass diese Dolomite der anisichen Stufe der alpinen Trias, dem oberen Werfener Horizont, den Campiler Schichten zugerechnet werden müssen. Diese Dolomite bilden den konstantesten Horizont der mesozoischen Randmulde der Bukowina. Sie lassen sich, von den Klippen bei Sărata an, bis auf den Grenzkamm zwischen Bukowina und Moldau, — Tarnița, Hreben — verfolgen. Sie bilden den festen äusseren Rahmen der Mulde. Ihre Erscheinungsform in der Natur ist sehr charakteristisch. In langen, schmalen, steilgestellten Zügen ziehen sie oft viele Kilometer weit schnurgerade durch die Landschaft und sind durch ihre charakteristischen Verwitterungsformen, die typisch diejenigen des Dolomites sind, weithin kenntlich. Schroffe glatte Wände fehlen ihnen; sie neigen mehr zur Klüftung und bilden infolgedessen Zacken und Türme, besonders in den Teilen, wo sie in fast saigerer Stellung auftreten. Sie bilden z. B. die charakteristischen Kegelberge Adam und Eva bei Pojorâta.

Die Triasdolomite ziehen sich am Innenflügel des Rărăugebietes in einem schmalen, jedoch stellenweise ziemlich kompliziert gebauten Band von Adam und Eva angefangen, nach SE, entlang den Osthängen des



Muncel. Ihr zusammenhängender Zug endet in der Nähe der Pietrile Doamnei. In dem Aussenflügel finden wir sie, durch Schuppung verdoppelt und verdreifacht, im Valea Mesteacă, Valea seacă, Isvorul alb, Isvorul malului und im Valea Caselor. In dem Urwaldgebiet zwischen dem Todirescu und Slătioara, auf der Arșița rea, Bâta neagră und Bâta cu plaiu haben sie ihre grösste Verbreitung, weil sich hier immer mehr altnesozoische Schuppen, gebildet von Verruccano-Konglomeraten und diesen Triasdolomiten unter der Neokombedeckung hervorheben. Diese Dolomite, mit Verruccanokonglomerat an der Basis setzen sich dann noch in Form kleiner Schollen, die im Kristallin eingefalteten Synklinalen entsprechen, nach Süden fort und bilden die höchsten Partien des Grenzkammes zwischen Bukowina und Moldau, auf eine Entfernung von 14 km vom Rarău hin.

Mit den Triasdolomiten schliesst in vielen Fällen die zusammenhängende Schichtfolge des Altnesozoikums. Die höheren Triasstufen und der Lias finden sich nur, wie bereits oben erwähnt, in Form von Klippen, die heute als grössere oder kleinere Blöcke dem Aptien eingelagert sind. Was diese Triasklippen anbetrifft, haben wir oben gezeigt, dass in denselben nach UHLIG fast alle Stufen der alpinen Trias vertreten sind, und vor allem die Hallstätter Fazies. Viele Fundorte, die UHLIG zitiert, wurden von uns nicht wieder gefunden. Die Grösse der Klippen ist meistens recht bescheiden. In vielen Fällen lassen sich diese Triasklippen schwer von den kleinen aptienen Riffkalkklippen unterscheiden. Doch finden sich auch grössere Triaskalkklippen, z. B. im Tal von Fundul Ponorâței, im Valea Malului, bei Sadova, im Moldovatal und bei der Lefile.

Jura

Lias. Lias wird von UHLIG nur in einzelnen klippenförmigen Vorkommen in Adnether Fazies beschrieben. (Valea Mesteacăului).

Dogger. UHLIG erwähnt Doggerbildungen im Gebiet des Părău Cailor und im Isvor alb. S. ATHANASIU fand im südlichen Teil des Rărăugebietes, unter den aptienen Klippen des Pietra Zimbrului, direkt transgredierend auf das Kristallin, harte dunkle Sandsteine mit Belemniten, welche wahrscheinlich dem Dogger zugehören. Ähnliche Sandsteine finden sich, die vorher beschriebenen Triasdolomite überlagernd, westlich des Valea Prașca, bei den Bergen Adam und Eva. Die Aufschlüsse sind jedoch so schlecht, dass die genauere Verbreitung dieser Sandsteine nicht genau festgestellt werden kann, besonders da es sich nur um ein schmales Band handelt. Fossilien sind von hier keine bekannt, sodass das jurassische Alter dieser Sandsteine noch zweifelhaft erscheinen kann.



Oxfordien-Callovien

Wie JEKELIUS¹⁾ im Gebiet des Hăghimaşul mare gezeigt hat, sind die sogenannten Jaspis-Schichten, die UHLIG für triadisch hielt, auf Grund ihrer stratigraphischen und tektonischen Stellung dem Oxfordien-Callovien zuzurechnen. Im Gebiete des Rarău haben die Jaspis-Schichten nur eine kleine Verbreitung, sind aber typisch ausgebildet. Sie finden sich vor allem in dem N—S laufenden Quellast des Izvorul alb, an mehreren Stellen des hier in vielen Windungen hinaufführenden Militärweges aufgeschlossen. Sie lagern hier direkt über den Triasdolomiten und werden ihrerseits von klippenförmigen Kalken überlagert, die wahrscheinlich dem Tithon entsprechen. An der Basis der Jaspis-Schichten finden sich graue verkieselte Schiefer, die gut geschichtet sind und in kleine Quader spalten. Darauf folgen rötliche, dunkelrote und grünliche Kieseliefer als typischestes Gestein der Jaspis-Schichten.

Nach oben erhalten sie ein brekziöses Aussehen und werden calcithältig. Sie gehen auch in gut geschichtete meist glimmerführende Sandsteine und Schiefer über, wie man sie z. B. im Gebiet der Pietrile Doamnei in der Nähe der Fântâna rece beobachten kann. Im Aussenflügel haben die Jaspis-Schichten eine sehr geringe Verbreitung. Sie finden sich nur in einigen kleinen Vorkommen auf der Bătea cu plai und auf der Arşiţa rea bei Kote 1420.

UHLIG hat die Verbreitung der Jaspis-Schichten in seinen Profilen bei weitem überschätzt, indem er den ganzen Untergrund der Kalkklippen des Rarău aus Jaspis-Schichten gebildet annahm. Diese Annahme beruhte jedoch auf einer Verwechslung der Jaspis-Schichten, entweder mit aptienen Schiefen, die, wie weiter unten gezeigt werden wird, am Kontakt mit den Melaphyren und Diabasen rot und schwarz gebrannt erscheinen, oder mit den roten Aptychenschiefen der Unterkreide, die oft auch glimmerig und sandig werden, wie auch die Jaspis-Schichten manchmal in solche Bildungen übergehen.

Tithon

Im Izvorul alb liegen, im oberen Teil des Militärweges, direkt auf den gut aufgeschlossenen Jaspis-Schichten, helle kompakte Kalke, welche meist weiss oder gelblich sind, aber auch rötliche Farbe annehmen können und welche oft von Calcitadern durchzogen sind. Sie gleichen einer sehr grossen Klippe und sind durch Steinbrüche gut aufgeschlossen. Es gelang nicht, in diesen Kalken Reste von Fossilien zu finden. Wir bezeichnen sie vorläufig als Tithon auf Grund ihrer petrographischen Ausbildung

¹⁾ JEKELIUS E.: Der mittlere und obere Jura im Gebiet des Hăghimaşul mare in Siebenbürgen. Bull. sect. Scient. Ac. Roum. T. VII. 1920/21 Bucureşti, 1922.



und ihrer Lagerungsverhältnisse. Sie unterscheiden sich in ihrer Ausbildung durchaus von den untertriadischen Dolomiten, sehen aber auch ganz anders aus als die aptienen Klippenkalke. Sie liegen den Jaspis-Schichten konkordant auf, zeigen also dieselben Lagerungsverhältnisse wie die Tithonkalke im Gebiet des Hăghimaşul mare, im Durchbruch der Bicaz, mit denen sie auch petrographisch übereinstimmen. Neben dieser grossen Klippe finden sich in der direkten Verlängerung der Streichrichtung noch verschiedene andere kleine Aufschlüsse von Tithonkalk. Im Aussenflügel ist kein Tithon vorhanden. Mit diesen Tithonkalken schliesst die mesozoische Schichtenfolge in alpin-kalkiger Fazies.

Kreide

Basalhorizont der Sinaia — Schichten

Wie bereits oben erwähnt, folgen auf die Triasdolomite des Innenflügels rote Schiefer, welche manchmal in rote glimmerige geschieferte Sandsteine übergehen, deren Alter aber noch nicht genau festgestellt werden konnte. Ausser einigen Aptychen ohne stratigraphischen Wert, sind daraus keine Fossilien bekannt. Im Valea Izvorului gehen die Jaspis-Schichten an einigen Stellen, besonders wo das Tithon fehlt, in glimmerige rote Schiefer über. Die Verbreitung der roten Schiefer ist sehr gross. Sie finden sich fast in der ganzen Ausdehnung des Innenflügels aufgeschlossen, über den dolomitischen Kalken der Untertrias oder über den Jaspis-Schichten. Im Aussenflügel finden sie sich im Durchbruchstal der Moldova, in Form einer kleinen Antiklinale, die von Sinaia-Schichten bedeckt wird, weiterhin im Isvorul alb, ebenfalls über den untertriadischen Dolomiten und schliesslich zwischen der Obcina Arşitei und dem Vrf. mare wo sie teilweise direkt auf dem Kristallin, in eine Synklinale eingeklemmt, liegen. UHLIG hielt diese Schichten im Moldovatal für Tithon, im inneren Flügel jedoch hielt er sie für Jaspis-Schichten. Aus diesem Grund, erscheint die Verbreitung der Jaspis-Schichten bei UHLIG viel zu gross, besonders da er sie manchmal auch mit aptienen Mergeln am Kontakt mit den basischen Eruptiven verwechselt. Wie im Moldovatal, im Valea seaca und im Isvorul alb beobachtet werden kann liegen die roten Schiefer an der Basis der Sinaia-Schichten; stellenweise führen die Sinaia-Schichten auch Zwischenlagerungen dieser roten Schiefer. Im Innenflügel der Randmulde jedoch kann man beobachten, dass die Jaspis-Schichten, besonders wo Tithon fehlt, in Schieferbildungen übergehen, welche dem Basalhorizont der Sinaia-Schichten sehr ähnlich sehen. Es erscheint deshalb nicht ausgeschlossen, dass diese roten Schiefer einem stratigraphischen Übergang zwischen Jura und Kreide entsprechen.

Die innige Verbindung mit den Sinaia-Schichten, besonders im Valea



Moldovei, Valea seacă und Isvorul alb, war jedoch für uns massgebend, sie als Basalhorizont der Sinaiaschichten aufzufassen und sie mit diesen zusammen zu kartieren. Dieser Horizont findet sich in der ganzen Ausdehnung der mesozoischen Randmulde, im NW der Bukowina beginnend bis in das Gebiet des Rarău, an der Basis der Sinaiaschichten, auch dort, wo die Jaspis-Schichten fehlen.

Sinaia-Schichten (Valanginien-Hauterivien)

Die Sinaiaschichten besitzen im Gebiet der Randmulde der Bukowina, besonders an deren Aussenrand, eine ziemlich weite Verbreitung und lassen sich von Sărata an, mit Unterbrechungen, manchmal auch nur ihr Basalhorizont allein, — bis in das Gebiet des Rarău verfolgen. Die Sinaia-Schichten bestehen aus schwärzlichen feinen Schiefen, denen Bänke von bläulichem Kalksandstein, oft auch von reinem Kalk, und oft von Sandsteinen, in einer zahllosen Wechsellagerung eingeschaltet sind. Sie haben ihr Hauptverbreitungsgebiet in der innersten Zone des Flysches, wo dieser mit dem Kristallin in Kontakt tritt und können besonders gut bei Gemeni, am Muntele Diacu, bei Slătioara, im Valea Caselor, Izvor Malului, Isvor alb, Valea seacă und Valea Mesteacăn und schliesslich im Moldovadurchbruch zwischen Pojorâta und Sadova beobachtet werden. Da sich das ganze Rarău-gebiet gegen Norden, gegen das Valea Moldovei zu, senkt, und die Schuppen des Aussenflügels eine nach der andern langsam unter die Sinaia-Schichten untersinken, so greifen die Sinaiaschichten eben auch in das Innere der Schuppen des Aussenflügels ein. Am Innenflügel werden jedoch über den Basalschichten keine Sinaiaschichten mehr beobachtet. Der rote Basalhorizont zeigt demnach eine etwas grössere Verbreitung nach Westen als die Sinaia-Schichten selbst.

Schwarze Schiefer (Barrémien)

Das Barrémien ist in der Fazies der schwarzen Schiefer entwickelt und findet sich den Sinaiaschichten in einer kleinen Synklinale eingefaltet, und zwar im Moldovatal, welche jedoch das Valea Mesteacăn nicht mehr erreicht. (Nach mündl. Mitteilung von Prof. MACOVEI). Weiterhin schliesst sich, nach den Aufnahmen von D. ȘTEFĂNESCU, das Barrémien nach Osten, also nach aussen, den Sinaiaschichten in einem breiten Band an.

Aptien

Die eigentliche Füllung, der Muldenkern der mesozoischen Randmulde im Rarăugebiet, wird durch das Aptien gebildet. Im Aptien lassen sich hier, wie auch in der übrigen Flyschzone, drei Horizonte unterscheiden: ein unterer mergelig-schieferiger Horizont, darauf Sandsteine, und Kon-



glomerate. Charakteristisch für das Aptien sind die zahlreichen Riffe von Caprotinenkalk, welche sich als Blockklippen der verschiedensten Grösse, besonders in dem mittleren Sandsteinhorizont des Aptien finden. Doch führt das Aptien, wie schon oben erwähnt, auch viele Blockklippen von triadischem Kalk, die manchmal schwer von den aptien Riffkalken zu unterscheiden sind. Ein weiteres Charakteristikum des Aptien sind die vielen Vorkommen basischer Eruptivgesteine, Diabase und Melaphyre, welche jedoch zum grossen Teil auch als Blockwerk darin liegen. Sie kommen oft mit durch Kontakt veränderten roten splitischen Schiefern vor, welche UHLIG für Jaspis-Schichten gehalten hat. Das aptiene Alter der Mergel und Sandsteine wurde durch das Vorkommen von *Orbitolina lenticularis* bei der Bâta Mărcuşanu bestimmt. (Nach Prof. MACOVEI). Weiterhin erwähne ich nochmals die Fauna GR. ŞTEPĂNESCU'S und S. ATHANASIU'S die sich in einem vorhergehenden Abschnitt zitiert findet. Das Aptien liegt in Form einer grossen Synklinale im Inneren der mesozoischen Randmulde. Im Westen, am Innenflügel transgrediert es teils auf die roten Schiefer des Basalhorizontes der Sinaiaschichten, teils auf die Jaspis-Schichten, auf Dogger und Tithon, im Süden, am Kloster Rarău und an der Poiana Obcina greift es direkt auf das Kristallin über. Im Aussenflügel liegt es fast stets auf Sinaiaschichten oder deren Basalhorizont. Das Aptien zeigt ein ganz anderes Bild der Faltung als die Sinaiaschichten. Die Faltung ist ruhiger und beschränkt sich vornehmlich auf die Ausbildung der grossen Synklinale.

Die Klippen des Aptien

Ähnlich wie im Gebiet des Hăghimaşul mare, des Bucegi und des Ceahlău ist das Aptien auch im Gebiet des Rarău durch eine grosse Anzahl von Klippen von Caprotinenkalk, welche in der Grösse ungemein schwanken, charakterisiert. Von Klippen, die kaum 1 m³ gross sind, gibt es alle Übergänge bis zu den hohen Türmen der Pietrile Doamnei und den steilen Felswänden der Klippen des Rarău und des Piatra Zimbrului. Die kleineren Klippen finden sich vor allem in den Tälern, wo sie an der Grenze des Mergel- und Sandsteinhorizontes den unteren Klippenhorizont bilden, und dann auch in der kleineren östlichen Synklinale zwischen den Hauptschuppen des Aussenflügels. Die grösseren Klippen finden sich im Gebiet des Rarău, wo sie die zwei höheren Klippenhorizonte bilden. Die grosse Klippe des Rarău liegt im oberen Klippenhorizont und bildet die Muldenfüllung. In der Verlängerung der Rarăuklippe nach Süden finden sich die Klippen des Piatra Zimbrului und diejenigen oberhalb des Klosters Rarău. Im mittleren Horizont liegen nun sehr viele Klippen, die der synklijinalen Lagerung wegen, zu beiden Seiten der grossen Rarăuklippe hervortreten. Im Westen finden wir in diesem Horizont den grossen Klippenzug der



Pietrile Doamnei, der sich nach Norden in die Pietrile albe fortsetzt. Wie an den Kalken der Pietrile Doamnei gesehen werden kann, stehen die Schichten hier sehr steil. Auf der Ostseite des Rarău, im Gebiet des Todirescu, finden sich die Klippen des mittleren und oberen Horizontes in schönster Ausbildung. Sie bilden lange, NW—SE gerichtete Reihen von Türmen und Zacken. Während die Klippe des Todirescu Kote 1622 (Rărăul), die noch zum oberen Horizont gehört, steil gestellt ist, sieht man in den westlicheren, zum mittleren Horizont gehörigen Klippenzügen schon eine flachere Lagerung.

Es ist unmöglich, alle Klippen des Aptiens zu kartieren; besonders die des unteren Horizontes sind so zahlreich und dicht, dass der Masstab der Karte dazu nicht ausreicht. Das aptiene Alter dieser Klippen wird durch Fossilfunde erwiesen, die von S. ATHANASIU und GR. ȘTEFĂNESCU gemacht und beschrieben wurden, und die sich an anderer Stelle dieser Arbeit zitiert finden.

Ausser den aptienen Riffkalkklippen finden wir im Aptien, wie bereits erwähnt eine grosse Anzahl von fossilreichen triadischen u. jüngeren Kalkklippen, besonders die Fazies von Hallstatt. Es konnte von UHLIG die anisische, karnische, norische und rhätische Stufe, sowie Adnether Kalk festgestellt werden, welche sich heute im ganzen Gebiet nirgend anstehend vorfinden.

Die Diabasvorkommen im Aptien

Im nördlichen Teil der mesozoischen Randmulde der Bukowina waren schon seit langer Zeit Eruptivgesteine, meistens zu Serpentin umgewandelt, an der Grenze gegen die Flyschzone bekannt. In der Gegend des Rarău finden sie sich ebenfalls in guter Ausbildung. So findet sich im Părău Prașca ein Vorkommen von Diabas; in der Verlängerung seiner Streichrichtung finden wir wieder ein solches Vorkommen im Isvorul alb, wo der Weg gegen das Valea seaca abzweigt. Hier sehen wir den Diabas am Kontakt mit roten und schwärzlichen Aptien(?)—Schiefern, die gebrannt erscheinen. Bei der Kalkbrennerei im Isvorul alb findet sich wieder ein solches Diabasvorkommen. Diese Vorkommen lassen sich nun in der Streichrichtung weiter nach Süden verfolgen bis zu der Piatra albă. Hier bilden die Diabase eine kleine Kuppe. Die Diabase sind von rötlicher schmutziggrau-grünlicher Farbe und spalten sehr leicht in unregelmässige Blöcke. Die starke Verwitterung macht diese Spaltbarkeit besonders gut sichtbar und verleiht dem Gestein das Aussehen von Konglomeraten. Unter dem Mikroskop zeigen sie sich besonders aus Augit zusammengesetzt, der jedoch, wie dies für Diabase typisch ist, nicht in schön umgrenzten Individuen vorkommt. Dazwischen finden sich Feldspatleisten. Die Struktur ist ophitisch. Das Gestein ist sehr stark zersetzt, Die Saussuritisie-



zung der Feldspate ist weit vorgeschritten; es finden sich viele serizitische und chloritische Zersetzungsprodukte, auch sekundäre Calcitbildung ist häufig. Das Gestein wird von Feldspatgängen durchzogen, die viel frischer als der übrige Feldspat sind. Sie bestehen aus meist verzwilligten Individuen, die einem Plagioklas von 30—36% An-Gehalt entsprechen.

Eine noch viel weitere Verbreitung weisen die Diabase in einem weiter östlich gelegenen Zug auf. Wir finden sie hier z. B. im Valea Mesteacă und in der Fortsetzung nach Süden bei der ersten Kalkbrennerei des Valea seacă, wo ein Diabasporphyrit ansteht, der makroskopisch graugrünlich erscheint, mit einer fein kristallinen Grundmasse, etwas zersetzt mit grösseren Einsprenglingen von gelben Feldspaten und kleineren weissen Feldspatleistchen. U. d. M. zeigen sich die grossen Feldspateinsprenglinge vollkommen zersetzt und haben ein gelbliches Pigment in sehr feiner Verteilung. Die kleineren Feldspate sind leistenförmig, jedoch ohne scharfe kristallographische Begrenzung, sind verzwilligt und entsprechen nach der freilich ungenauen Methode der Auslöschungsschiefe senkrecht zu (010) einem Oligoklas. Die Zersetzungsprodukte nehmen in diesem Gestein überhand. Es finden sich grosse Schuppen von Chlorit, sekundärer Calcit, oft in Gängen angeordnet. Magnetit findet sich im Gestein häufig.

In ihrer Fortsetzung nach Süden findet sich diese Zone wieder an der Bâta Mândrila, im Valea Chelari, auf dem Kamm, der vom Isvorul alb direkt zum Rarău führt, in der Gegend der Plopii, und lässt sich dann wieder unterhalb der Klippen des Todirescu konstatieren. Im Valea Chelari ist dieser Zug am besten aufgeschlossen. Im Diabas eingeschlossen finden sich hier Blockklippen von Kalk. Der Einschluss von Klippen ist auch sonst zu beobachten. Manchmal stehen die Diabase auch mit aptienen Konglomeraten im Zusammenhang, z. B. östlich unterhalb der Klippen des Todirescu. Die grösste Verbreitung haben die Diabase im Waldgebiet zwischen Bâta Mândrila und La Plopii. Ihre Grenze gegen die aptienen Sandsteine ist hier auch orographisch sehr gut zu sehen. Auch die Waldgrenze stimmt mit der geologischen Grenze gut überein, da der Diabas einen besonders guten, fruchtbaren Waldboden abgibt.

4. DIE TEKTONIK DER MESOZOISCHEN RANDMULDE DES RARÄU GEBIETES

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, liegen die mesozoischen Sedimente am Ostrand der kristallinen Masse der Oskarpathen in einer Mulde, welche in ihrem Wesen einer Synklinale entspricht, die jedoch stellenweise ziemlich kompliziert gebaut ist. Die mesozoische Randmulde beginnt im Norden der Bukowina in Form einiger Klippen, die in der Gegend des Sărata und Cărlibabatales von Neokombildungen fast ganz verdeckt



werden. Von Lucina angefangen zieht sie sich dann in ununterbrochenem Zug als schmales Band bis zum Moldovatal bei Pojorâta hin; darauf kreuzt sie das Moldovatal und setzt sich in die Gegend des Rarău fort. Infolge einer axialen longitudinalen Hebung steigt das ganze Gebiet der mesozoischen Randmulde im Rarăugebiet aus der Neokombedeckung heraus. Dieses Gebiet erscheint schon aus diesem Grunde für das tektonische Studium der Randmulde sehr geeignet.

UHLIG nannte die beiden Schenkel der Randmulde Innen- und Aussenflügel, während der Muldenkern als Muldenfüllung bezeichnet wurde. Während der Innenflügel verhältnismässig einfach gebaut ist, erscheint der Aussenflügel sehr stark verschuppt und teilt sich in zwei Arme, die eine zweite, kleinere Synklinale einschliessen. Die Mulde wird von Neokomb ausgefüllt. Besonders im Norden bedeckt das Aptien den grössten Teil der mesozoischen Sedimente, die sich nur im Rarău herausheben und so einen tieferen Einblick in ihren Bau gestatten. Die Schuppen der Randmulde stehen sehr steil, sind manchmal nach Osten übergelegt und über-schieben die Siniaschichten.

Die Tektonik des Innenflügels und seines kristallinen Untergrundes

Die Randzone der kristallinen Schiefer der Ostkarpathen, die zum grössten Teil der wenig metamorphen zweiten Gruppe des Kristallins angehören, weist eine sehr intensive Faltung und Steilstellung der Schichten auf. Dies kann im Valea Putnei, vor Pojorâta gut, gesehen werden. Diese Lagerungsform ergibt sich auch aus dem Verlauf der geologischen Grenzlinien und aus der Art der Injektion der Linsen des Rărăgneises. Die Schiefer am Kontakt des Gneises weisen auch ein sehr steiles Einfallen auf. Gegen das Innere der kristallinen Masse verliert sich diese Steilheit der Schichten. Man erhält den Eindruck, als ob es sich um eine randliche Stauungszone handelt.

Diese Stauung ergreift auch den mesozoischen Innenflügel, wo neben der Stauung auch Schuppungen konstatiert werden können. Um im Norden zu beginnen, finden wir den Innenflügel am Berge Adam und Eva verdoppelt durch eine steile Schuppenbildung. In dem Sattel zwischen diesen beiden Bergen kommt zwischen den Dolomiten wieder Verrucano zum Vorschein. Das Streichen der Dolomite auf der Spitze des Adam beträgt $N 45^{\circ} W$, das Fallen $80-85^{\circ} W$, es lässt sich also eine leichte Überkipfung konstatieren, die mit der Stauung des Kristallins gut in Einklang zu bringen ist. Wie auch aus dem Verlauf der geologischen Grenzlinien ersehen werden kann, besitzt der Innenflügel eine sehr steile Schichtstellung. Unterhalb der Băta Nișanu können wieder andere Komplikationen im Bau des Innenflügels beobachtet wer-



den, indem derselbe im westlichen Teil einer kleinen Synklinale entspricht, an deren östlichem Schenkel noch einmal das Verrucano-Konglomerat zum Vorschein kommt, das nun gegen Osten steil gestellte untertriadische Dolomite überschiebt.

Im Valea seacă findet sich der Innenflügel quer verschoben, in ähnlicher Art, wie dies von UHLIG an dem Innenflügel im Pârâu Cailor beobachtet wurde. Das plötzliche Abbrechen der Dolomitzüge tritt auch morphologisch sehr gut in Erscheinung. Dieser Querverwerfung wegen erscheint die Schichtfolge im Oberlauf des Valea seacă verdoppelt, indem auf den Dolomit rote Schiefer der Unterkreide, darauf wieder Verrucano, Dolomite und Unterkreide folgen, alles in sehr steiler Lagerung. Am Militärweg im Isvorul alb lässt sich wieder sehr gut beobachten, dass der Innenflügel im westlichen Teil eine kleine Synclinale bildet, an deren Basis ausser dem Verrucano-Konglomerat auch Kristallin herauskommt, welches gegen Osten wiederum die steilgestellte Trias des Innenflügels überschiebt. Die Jaspis-Schichten liegen dann konkordant auf den Dolomiten des Innenflügels. Darüber folgen, — wo Jaspis-Schichten fehlen auch direkt auf die Dolomite, — die roten Schiefer des Basalhorizontes der Siniaschichten.

In der Gegend der Pietrile Doamnei keilt der Innenflügel aus. Im Süden der Pietrile Doamnei, im oberen Teil des Picior Habăta und des Picior Călugărului finden wir noch eine Scholle eines gut geschichteten Kalkes, der zwar petrographisch etwas von dem Triasdolomit abweicht, der jedoch direkt auf dem Kristallin liegt und von einer schmalen Zone von Jaspis-Schichten überlagert wird. Eine weitere Fortsetzung des Innenflügels ist nicht zu finden. Er verbindet sich, entgegen der bisherigen Annahmen und Beschreibungen, nicht mit dem Aussenflügel.

Die Tektonik des Aussenflügels

Der Aussenflügel ist, wie schon UHLIG erkannte, viel komplizierter gebaut und weist eine charakteristische Schuppenstruktur auf. Wir können in ihm zunächst zwei grosse Hauptschuppen unterscheiden. Die äussere Hauptschuppe beginnt im Norden im Valea seacă, wo, nahe an der Mündung dieses Tales in die Moldova, ein kleiner Aufbruch von Serizit — und Chloritschiefern zu Tage tritt. In seiner Fortsetzung gegen SW, im Isvorul alb, findet sich zunächst kein Kristallin an der Basis dieser Hauptschuppe, sondern nur Triasdolomit, der hier dreimal auf kleine Entfernung unter dem Neokom auftaucht. Im Valea Mahului und im Valea caselor, finden wir, dass die Schichtfolge dieser Hauptschuppe durch eine Bruchlinie verdoppelt erscheint und dass auch Kristallin an der Basis heraustritt. Auf das Kristallin folgt Verrucano-Konglomerat, darauf Triasdolomit, hierauf wieder Kristallin, Verrucano, Triasdolomit. Das



Fallen der ganzen Serie ist steil nach dem Innern der Mulde, nach E. gerichtet und überschiebt nach W die Sinaia-Schichten an einer sehr steil gestellten Linie. Die sekundäre Schuppung dieser Hauptschuppe verliert sich in der Fortsetzung gegen Süden, tritt aber dann an der Piatra arsă wieder zu Tage. Die zweite, innere Schuppe des Aussenflügels beginnt ebenfalls im Valea seaca. An der Basis findet sich auch hier wenig Kristallin, darauf Verrucano und schliesslich Triasdolomit. Diese mesozoische Serie ist nur im Tal selbst gut aufgeschlossen. Auf den umliegenden Höhen erscheint sie von dem Neokom bedeckt. Dabei ist das Fallen der Neokomschichten unten im Tal ein sehr steiles, 80° W, während es auf den Höhen nur ein Fallen von 20° aufweist. Im Isvorul alb beginnt diese innere Schuppe des Aussenflügels zusammenhängend aufzutreten. Es finden sich in ihr stellenweise kleine sekundäre Schuppenbildungen, die wieder eine Verdoppelung der Schichtenfolge verursachen. Die ganze Schuppe ist zunächst auch hier gegen Osten bewegt und überschiebt die Sinaia-Schichten und auch teilweise das Aptien der kleinen Synklinale der Băta Mărcuşanu. Je mehr wir jedoch nach Süden fortschreiten, desto mehr verliert diese Schuppe ihren isoklinalen Bau. Im Oberlauf des Valea seaca hat sie sich in eine regelmässige Antiklinale verwandelt, welche auf ihrer Ostseite, an der Obcina Arşitei, ebenfalls Verrucano-Konglomerate und Triasdolomite führt.

Bei Slătioara vereinigt sich die kristalline Basis dieser beiden Hauptschuppen des Aussenflügels und bildet eine Synklinale; das Mesozoikum keilt etwas früher aus, sodass diese Synklinale bei Slătioara nur von dem roten Basalhorizont der Sinaia-Schichten gebildet wird. Das Mesozoikum an der Ostflanke der inneren Hauptschuppe setzt sich jedoch weiter nach Süden fort, über die Băta Leşei, Băta cu plai, Băta neagră auf die Arşita rea und auf den Grenzkamm zwischen Bukowina und Moldau (Prislop). An der Băta neagră bilden die Triasdolomite eine Synklinale, in deren Muldenkern der rote Basalhorizont der Sinaiaschichten liegt. Auf diese Schuppe folgen gegen Osten zu noch drei weitere Schuppen mit typisch einseitigem Bau, welche aus Kristallin, Verrucano-Konglomeraten und Triasdolomiten, stellenweise auch aus Jaspis-Schichten bestehen. Nach Norden tauchen diese Schuppen alle unter die Sinaia-Schichten oder das Aptian unter und kommen nicht mehr an die Oberfläche. Doch lassen sich, wie wir bei der Besprechung der Tektonik der Muldenfülle sehen werden, einige tektonische Erscheinungen in der aptienen Mulde auf diese Schuppentektonik des unter dem Aptien liegenden Mesozoikums zurückführen. Südlich von Prislop finden wir, bloss auf die Region des Grenzkammes beschränkt, noch eine weitere kleine Schuppe, die von Verrucano-Konglomerat und Triasdolomit gebildet wird. Alle diese Schuppen zeigen eine charakteristische Einschwenkung der Streichrichtung



von SW nach NE, ohne sich jedoch, wie bereits früher erwähnt, mit dem Innenflügel zu vereinigen. Hier im Süden transgrediert das Aptien zwischen dem Innen — und Aussenflügel direkt auf das Kristallin.

Am Muntele Diacu finden sich, gerade an der Überschiebungslinie des Kristallins auf den Flysch zwei kleine Vorkommen von Triasdolomit mit Verrucano an der Basis, als Überreste des inversen Schenkels des eingezwängten Mesozoikums; ein weiteres Vorkommen einer solchen kleinen Klippe findet sich in der Nähe der beiden vorher erwähnten Vorkommen, jedoch dem Kristallin selbst eingelagert.

Der Muldenkern der mesozoischen Randmulde

Der Aussen — und Innenflügel mit seiner bis zum Tithon reichenden Schichtfolge bildet den festen äusseren Rahmen der Randmulde. Wie bereits erwähnt, ist die grosse Synklinale der Randmulde von Neokombildungen erfüllt. Durch die Verschuppung des Aussenflügels wird die Flyschsynklinale in zwei Teilbecken zerlegt, in die westliche, grosse Synklinale von Pojorâta-Rarău und eine östliche kleinere Synklinale zwischen den beiden Hauptschuppen des Aussenflügels gelegen, die wir die Synklinale von Bâta Mărcuşanu nennen.

Die Muldenfüllung besteht aus dem roten Basalhorizont der Sinaia-Schichten, den Sinaia-Schichten selbst und dem Aptien. Abweichend von den Verhältnissen im Gebiet des Hăghimaşul mare, nehmen im Rarău-gebiet also auch Sinaiaschichten an der Muldenfüllung teil. Wie wir früher gesehen haben, versinkt der Aussenflügel mit seinen beiden Hauptschuppen gegen Norden unter die Flyschzone; dadurch ergibt sich eine Transgression der Sinaia-Schichten über die Schuppen des Aussenflügels. In der Fortsetzung der Randmulde nach Norden kommt der Aussenflügel überhaupt nicht mehr zum Vorschein. Im Gebiet des Rarău erreichte die Transgression der typischen Sinaia-Schichten den Innenflügel der Randmulde nicht mehr. Hier findet sich nur der rote Basalhorizont der Sinaiaschichten, worauf dann direkt das Aptien folgt. In den Schuppen des Aussenflügels jedoch sind die Sinaia-Schichten vorhanden. Sie zeigen hier eine sehr starke Verfaltung und öfters tritt der rote Basalhorizont zum Vorschein, wie z. B. im Moldovatal in Form einer kleinen Antiklinale. Dieselben Faltungsbilder finden wir auch im Valea seaca und im Isvorul alb.

Die Synklinale von Bâta Mărcuşanu zeigt stellenweise einen isoklinalen Bau. Ihr Ostflügel ist normal; auf dem Triasdolomit liegen rote Schiefer und Sinaiaschichten und schliesslich Aptien. Der Westflügel wird jedoch von der inneren Hauptschuppe des Aussenflügels überschoben, sodass die Sinaiaschichten nicht mehr zum Vorschein kommen, sondern das Kristallin der inneren Hauptschuppe direkt auf das Aptien geschoben



erscheint. Nach Süden schliesst sich die Synklinale von Bâta Mărcuşanu im Valea Slătioarei.

Das Aptien hat in beiden Synklinalen der Randmulde eine sehr grosse Verbreitung. Das Aptien folgt in seiner Tektonik derjenigen des älteren Gebirges. An dem Innenflügel, der wie oben beschrieben, recht steil steht, fällt auch das Aptien sehr steil ein, wie das besonders an den aptienen Riffkalken der Pietrile Doamnei gesehen werden kann.

Im Durchbruchstale der Moldova transgredieren die aptienen Konglomerate direkt auf die Sinaia-Schichten und fallen nach SW ein. Im Tal des Fundul Pojorâtei finden wir den mergelig-schieferigen Horizont des Aptiens wahrscheinlich an einer Bruchlinie in direktem Kontakt mit den Konglomeraten. In der südlichen Verlängerung dieser angenommenen Bruchlinie finden wir den grossen Zug basischer Eruptivgesteine, Diabase und Melaphire, welcher die Randmulde beinahe in ihrer ganzen Länge parallel zur Streichrichtung durchzieht. Weiter westlich davon findet sich ein zweiter Zug von Diabasen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Diabase an Bruchlinien aufgedrungen sind, die denen ähnlich sind, die die Schuppen des Aussenflügels aufweisen. Wie wir an den Schuppen der Bâta neagra u. s. w. gesehen haben, tauchen diese unter die Neokomserie unter und müssen sich hier unter dem Flysch noch weiter nach Norden fortsetzen.

Die aptienen Riffkalkklippen

Die aptienen Riffkalkklippen zeigen eine grosse Verbreitung in drei Horizonten. Der untere Horizont, der vor allem kleine Klippen führt, befindet sich an der Basis des Sandsteinhorizontes. Er ist meistens an tiefer gelegenen Punkten, in Tälern aufgeschlossen. Der mittlere Horizont findet sich in besserer Ausbildung und an ihm lässt sich die synklinale Lagerung des Aptiens sehr gut beobachten. Der obere Horizont bildet die Muldenfüllung. Der Westflügel der Synklinale des mittleren Horizontes tritt in den Klippen der Pietrile Doamnei, die sich nach Norden in diejenigen der Pietra albă fortsetzen, heraus. Diese Klippen zeigen, entsprechend dem allgemeinen tektonischen Bild, eine sehr steile Lagerung. Der Westflügel dieses Horizontes tritt in den Klippen des Todirescu Kote 1492 zu Tage, von wo er sich nach Norden bis an die Plopii, Kote 1275 verfolgen lässt. Das Einfallen dieses Klippenzuges ist weniger steil nach Westen gerichtet. Die beiden oberen Klippenhorizonte streichen gegen Norden, da das Gelände stark abfällt, in die Luft aus.

Die Synklinale des Flysches innerhalb der mesozoischen Randmulde muss als eine Transgression des Flyschmeeres auf den alten kristallino-mesozoischen Block der Ostkarpathen angesehen werden. Die eigentliche Grenze des alten Blockes der Ostkarpathen gegen den Flysch läuft entlang



der Überschiebungslinie der äusseren Schuppe des Aussenflügels auf den Flysch. Entlang dieser Linie überschiebt am Muntele Diacu das Kristallin die Sinaiaschichten sichtbar ungefähr einen Kilometer weit. Diese Linie lässt sich nach Norden bis in das Valea seaca verfolgen, wo sie noch durch einen kleinen Aufbruch von kristallinen Schiefen angedeutet wird. Nach Norden jedoch versinkt diese alte Grenze des karpathischen Blockes unter die Flyschtransgression.

5. ALLGEMEINE GEOLOGISCHE ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DES RARÄU-GEBIETES

Die allgemeine geologische Geschichte und der Bau des Raräu-Gebietes stellt sich auf Grund obiger Studien folgendermassen dar: Die Metamorphose des kristallinen Grundgebirges war bereits in vorpermischer Zeit beendet, da das Verrucanokonglomerat bereits in nicht metamorphem Zustand auf das Kristallin transgrediert. Über die Geschichte des Gebietes im Altmesozoikum wissen wir wenig. Heute ist die Untertrias in Form von Dolomiten und Kalken erhalten. Damit schliesst schon die triadische Schichtfolge und darüber folgen an einigen Stellen Jura (Dogger?) Sandsteine, oberjurassische Jaspis-Schichten, (Oxford-Callovien), die aber, des schnellen Überganges in sandigschieferige Bildungen wegen, nicht als Tiefseebildungen aufzufassen sind. Stellenweise schalten sich nun Tithonkalke ein, stellenweise gehen die Jaspisschichten direkt in die basalen roten Schiefer der Unterkreide über. Jedenfalls war die Sedimentation vom Jura (Tithon) zur Unterkreide (Basalhorizont der Sinaiaschichten) kontinuierlich. Auf den roten Basalhorizont der Unterkreide folgen, ebenfalls kontinuierlich, die sogenannten Sinaiaschichten (Valanginien-Hauterivien) die in horizontaler Richtung eine etwas kleinere Verbreitung gegen Westen aufweisen wie der rote Basalhorizont. Auf die Sinaiaschichten folgt an einigen Stellen der Horizont der Schwarzen Schiefer (Barrèm), doch oft auch direkt das Aptien mit seinen drei Horizonten: Mergel, Sandsteine und Konglomerate. Im Aptien finden sich viele Riffkalkklippen. Auf welche Art die Lücke in der Sedimentationsreihe zwischen Untertrias und Jura zustande gekommen sein kann, ist heute noch eine ungeklärte Frage. Jedenfalls repräsentiert die oben beschriebene Serie eine Schichtfolge mit Faziesverhältnissen, wie sie einem geosynklinalen Zyklus eigen sind. Auf ein erfolgtes, durch manche Trans- und Regressionen wechselvoll gestaltetes Tieferwerden des Meeres im Altmesozoikum, das im oberen Jura seinen Höchstpunkt erreichte, folgt in der Unteren Kreide, noch vor Beginn der eigentlichen Gebirgsbildung eine Heraushebung des Gebietes. Im Grossen Ganzen ist jedoch diese Faziesentwicklung ein Produkt weniger tiefen Wassers.



Im grössten Gegensatz zu der eben beschriebenen Faziesreihe stehen nun die vielen Blockklippen von fossilreicher Trias, vor allem die Hallstätter Entwicklung, weiterhin Adnetber Kalke des Lias, einige Blöcke von Dogger, Blöcke von radiolaritischen Gesteinen in Verbindung mit Spiliten und Ophioliten, welche alle nicht in demselben Sedimentationsraum wie die oben beschriebene Serie gebildet sein können. Diese Klippen sind unbedingt als Reste einer höher gelegenen tektonischen Einheit aufzufassen, deren Bildungsraum weiter im Innern der Geosynklinale gelegen war. Ihr Vorkommen als grobes Blockwerk im Barrême und im Apt kann zum Teil durch tektonische Einschüttung von Material einer höheren, heranwandernden Deckeneinheit in das barrémien und aptien Meer am leichtesten erklärt werden. Einige grössere Klippen, (vielleicht gehören auch die Neokomkalkklippen des Rarău hierher?), sind noch als alte Deckschollen über dem Aptien erhalten geblieben.

Die Tektonik der unteren, neritischen Serie ist in der Hauptsache nach kretazischen Alters. Im Grossen Ganzen folgt die Tektonik des Neokoms der des Altmesozoikums, was auch ohne weiteres erklärlich erscheint, da sich doch hier keine Sedimentationslücke oder ein orogenetischer Vorgang nachweislich dazwischen schiebt. Diese Tektonik ist besonders schön an den Schuppen des Aussenflügels zu sehen. In der Kreidezeit erfolgte die Anlage der grossen Depression, die heute als Randmulde besteht, sowie die Anlage der Schuppentektonik, die dann bei einer zweiten, tertiären Gebirgsbildung weiter akzentuiert worden ist.

II. DIE MESOZOISCHE RANDMULDE ZWISCHEN SĂRATA UND POJORĂTA.

Die mesozoische Randmulde des Rarău setzt sich nach Norden, das Valea Moldovei kreuzend, bis in die Gegend der Ortschaft Sărata, auf eine Länge von ungefähr 45 km fort. Wie schon vorher gesagt wurde, wird die verhältnismässig gute Entwicklung der Aussenmulde im Gebiet des Rarău durch eine longitudinale Axialerhebung der Munții Bistriței bedingt. Gegen NW aber taucht die Randmulde unter die Neokombildungen. Die Transgression des Neokoms über des Alt-Mesozoikum und über das Kristallin wird umso grösser, je mehr wir nach NW vordringen. Das Gebiet von Sărata — Lucina entspricht bereits einer axialen Longitudinaldepression, die durch Querbrüche noch vergrössert wird. Infolgedessen transgrediert das Neokom weit in das Innere des Kristallins und bildet das Becken von Lucina. Infolge dieser longitudinalen Depression wird die Randmulde gegen NW immer schmaler.

Ihr Aussenflügel, welcher am Rarău so gut entwickelt ist, taucht nur an einigen wenigen Stellen, wie z. B. bei Breaza unter der Neokom-



Umhüllung auf. Im Cârlibabatal endet die Randmulde ganz plötzlich an einer quer verlaufenden Verwerfung und alle ihre Glieder kommen in direkten Kontakt mit dem Aptien. In der Fortsetzung gegen NW finden wir die Randmulde nur noch in Form von unzusammenhängenden Klippen, welche unter den Neokomschichten hie und da hervortreten. Doch findet sich auch hier ein typisch synklinaler Bau; diese Synklinale liegt jedoch etwas weiter gegen das Innere der kristallinen Masse und wird von der eigentlichen Randmulde, die weiter im SE entwickelt ist, durch einen Aufbruch kristalliner Schiefer, (Serizit- und Chloritschiefer) getrennt. Beide Flügel der Synklinale sind sichtbar, wenn auch nur klippenförmig. Was die stratigraphischen Verhältnisse anbelangt, so kann eine weitgehende Übereinstimmung mit den Verhältnissen des Raräugebietes festgestellt werden. Über dem Kristallin folgen auch hier Verrucano-Konglomerate, dann Triasdolomite als ein schmales kontinuierliches Band durch die ganze Randmulde hindurch. Mittlere und obere Trias in Hallstätter Fazies findet sich auch hier nur in Form von Klippen im Aptien. UHLIG¹⁾ erwähnt Dogger als ein ganz kleines Vorkommen in der Nähe der Bâtca Psenilor. UHLIG und VETTERS²⁾ haben hier die roten Schiefer des Basalhorizontes ebenfalls als Jaspis-Schichten beschrieben: Wir haben sie auch hier, aus denselben Gründen wie im Raräugebiet mit den Sinaia-Schichten zusammen kartiert. Richtige, kieselige Jaspis-Schichten konnten nur im Valea Tartarek (Wielka Tatarca) in einem kleinen blockförmigen Vorkommen gefunden werden. Die Sinaia-Schichten haben in diesem Gebiet eine sehr kleine Verbreitung. Das Alter der von VETTERS beschriebenen Neokom-Schichten konnte noch nicht genau festgestellt werden. Auf der Skizze finden sie sich ebenfalls unter der Signatur der Sinaia-Schichten ausgeschieden. Das Aptien hat auch hier eine typische Entwicklung in drei Horizonten, führt auch hier Klippen von Riffkalken und basische Eruptivgesteine. Was die Tektonik anbelangt, so lassen sich auch weitgehende Analogien mit dem Raräugebiet feststellen. Die Stauung und teilweise Überkipfung am Ostrande des Kristallins ist auch hier gut zu sehen. Bei Breaza kann man die überkippte Form der ganzen Randmulde gut beobachten. Hier steht der etwas überkippte Aussenflügel direkt in Kontakt mit dem Aptien. Die Synklinale wird auch hier von Aptien erfüllt, und zwar Konglomeraten, die von UHLIG für Dogger gehalten wurden. Wo der Aussenflügel nicht sichtbar ist, kommt das Aptien in direkten Kontakt mit dem roten Basalhorizont.

Im Valea Cârlibaba lässt sich eine Verdoppelung der Schichtfolge des

¹⁾ UHLIG V. Bau und Bild der Karpathen. Wien 1903.

²⁾ VETTERS H. Kleine Beiträge zur Geologie der Bukowina. Jahrbuch d. Geol. R. A. Wien 1905.



Innenflügel durch einen Bruch feststellen. Querverwerfungen finden sich im Valea Cârlibaba, eine Blattverschiebung im Pârâul Cailor. Bei Sărata ist die synklinale Form der Mulde wieder gut sichtbar.

Schliesslich sollen noch einige Lokalprofile aus diesem Teil der Mulde beschrieben werden.

Im Gebiet von Sărata

Am Pomale beginnt die mesozoische Serie mit Verrucano-Konglomeraten; über ihnen folgen untertriadische Dolomite mit NE Einfallen. Darauf folgen die roten Schiefer des Basalhorizontes, darauf plattige Sandsteine, mergelige Sandsteine und mergelige Kalke mit Calcitadern. Im südlichen Teil bildet diese Serie eine Synklinale; am Aussenflügel wiederholt sich die ganze Schichtserie invers; eine Komplikation erfährt der Aussenflügel durch einige Brüche, welche eine dreimalige Wiederholung der ganzen Schichtfolge, Verrucano und Triasdolomite, verursachen.

Im Valea Cârlibabei

Beginnt die Serie ebenfalls mit Verrucano-Konglomeraten. Es folgen untertriadische Dolomite, hellere Kalke, rote Schiefer, darauf wieder Dolomite und ein schmales Band kristalliner Schiefer, alles mit Einfallen nach NE. Dieses Kristallin überschneidet sehr steil die Sinaia-Schichten, die ebenfalls nach NE einfallen. Über ihnen folgen am Hreben Kote 1384 aptiene Konglomerate.

Hrisze, Lucina — Kamienska — Hroby

In diesem Gebiet ist der Innenflügel ebenfalls aus Verrucano-Konglomerat und Triasdolomiten aufgebaut, welcher die Kämme Lucina und Kamienska bildet. Die roten Schiefer über den Triasdolomiten haben hier eine grosse Verbreitung. Der Bruch, den wir im Valea Cârlibaba beobachten konnten, reicht bis hierher. Im Hroby potok finden sich Klippen triadischer Kalke. Der Hroby — Kamm wird schon von aptienen Konglomeraten gebildet.

Valea Lucava de Jos, Știrbul

Auf die kristallinen Schiefer folgen etwas oberhalb von Revenczuk Verrucano Konglomerate und untertriadische Dolomite, welche unten im Tal sehr steil nach SE einfallen, während sie gegen oben, gegen die Spitze des Știrbul zu, in eine flachere Lagerung übergehen. Es lässt sich hier das plötzliche Abbiegen der mesozoischen Randmulde sehr gut beobachten. Der Aussenflügel ist hier nicht sichtbar.



Valea Tartarek Dărâmoasa

Die roten Schiefer sind auch hier über den Dolomiten des Innenflügels sehr gut entwickelt. Über den roten Schiefen liegt Aptien, Konglomerate, Sandsteine und Riffkalke, z. B. im Tal zwischen Dărâmoasa und Cocoşul. Diabase sind hier im Aptien auch häufig. Im Valea Tartarek kommen unter dem Aptien Reste von Jaspis-Schichten und Kristallin hervor, die dem Aussenflügel zuzurechnen sind.

Tâmpa-Măgura-Făgeţel-Breaza

Die Spitze der Tâmpa wird von höher metamorphen Biotitschiefern und Muskowitschiefern mit injiziertem Rarăugneis gebildet, welche nach NE fallen. Auf dieses Kristallin folgen Verrucano, und untertriadische Dolomite, darauf der Basalhorizont der Sinaia-Schichten. Im Pârâu Făgeţel wiederholt sich die ganze Schichtserie in inversem Sinn, wir haben also eine typische Synklinale vor uns, die mit aptienen Konglomeraten ausgefüllt wird. Vor Erreichung des Dorfes Breaza kommt an der Basis der Verrucano-Konglomerate Kristallin zum Vorschein, das die Sinaia-Schichten steil überschiebt. Im Aptien dieser Synklinale finden sich sehr schöne Serpentine (an der Măgura).

Valea Moldovei—Liafa

Das schönste Profil durch die mesozoische Randmulde bietet das Moldovatal, welches etwas unterhalb Breaza die Randmulde durchbricht. Bei der Mündung des Valea Botuşului in die Moldova setzen die Dolomite der unteren Trias des Innenflügels, von Kote 1006 kommend, über die Moldau und setzen sich gegen den Piatra Fuscului Kote 1236 fort. Im Lieflebach folgen darauf schwärzliche Schiefer (Aptien?), welche Melaphyre und Serpentine enthalten. Am Nordufer des Pârâu Liefle findet sich eine grosse Klippe eines hellen Triaskalkes mit Calcitadern, der im Aptien liegt. Am Kamme zwischen Flora und Liafa ist unter dem Aptian der Aussenflügel der Randmulde aufgeschlossen, bestehend aus Kristallin, (Glimmerschiefer und Phyllite) Verrucano-Konglomeraten und Triasdolomiten. Den Muldenkern der Synklinale bilden die roten Schiefer des Basalhorizontes, weiter gegen Norden tritt auch Aptien in die Mulde ein. Im Moldovatal selbst kann die isoklinale Form der Mulde sehr gut beobachtet werden, da der Aussenflügel hier, gerade im Moldovatal selbst, etwas überkippt, nach NE einfällt. Bei der Mündung des Pârâu negru (Valea neagră) finden wir die ganze Schichtenfolge des Aussenflügels aufgeschlossen: Kristallin, Verrucano und Triasdolomite.



Vrf. Flora Kote 1139—Valea Timon

Der Innenflügel erreicht über den Dealul Fuscului nach SE hinziehend, das Valea Timon unterhalb der grossen Krümmung des Tales nach Süden. Der rote Basalhorizont ist auch hier über den Dolomiten gut aufgeschlossen. Darüber folgt Aptien mit basischen Eruptiven und triadischen Kalkklippen. Der Innenflügel setzt sich von dem Valea Timon gegen den Dealul Rechitiş Kote 1236 fort, und von hier gegen den Dealul Cailor. Im NW des Dealul Cailor beobachtet man eine Verdoppelung der Schichtfolge infolge eines Bruches.

Pârâu Cailor

Die mesozoische Randmulde kreuzt den Pârâu Cailor ungefähr $\frac{1}{2}$ km oberhalb seiner Mündung. An der Basis finden wir auch hier Verrucano-Konglomerate, triadische Dolomite und den roten Basalhorizont. Darüber folgen schwärzliche Schiefer, Mergel, gegen NE, gegen den Muncel, zu, Sandsteine die in Konglomerate übergehen und die dem Aptien zugerechnet werden. Es finden sich viele Klippen mesozoischen Kalkes und einige Vorkommen von Melaphyren. Im Pârâu Cailor wird der Südteil des Innenflügels längs einer Blattverschiebung um cirka 500 m gegen NE verschoben.

Bâta Psenilor—Pojorâta

Im Süden der Bâta Psenilor wird der Innenflügel wieder durch eine Bruch — und Überschiebungslinie verdoppelt. Unter den triadischen Dolomiten, die ein steiles Einfallen gegen NE zeigen, folgen wieder rote Schiefer des Basalhorizontes mit demselben Einfallen, welche gegen Westen diskordant und flach von triadischen Dolomiten überschoben werden. Auf diese Weise entstehen zwei Bänder von Triasdolomit, die von einander durch rote Schiefer getrennt werden. Diese Trennung hält bis zum Moldovatal an.

Muncelul.—Valea Sadovei

Am Muncel finden wir die Fortsetzung der aptienen Sandsteine und Konglomerate der Măgura Kote 1033. Im NE des Muncel finden sich auch die roten Schiefer des Basalhorizontes, ähnlich wie im Moldovatal aufgeschlossen. Weiterhin findet sich im Valea Sadovei, ebenfalls im NE des Muncel, eine grosse Klippe triadischen hellen Kalkes. Die schieferige aptiene Serie des Pârâu Cailor setzt sich über das Moldovatal nach Fundul Pojorâtei fort. Hier liegt eine grosse Kalkklippe in diesen Schiefeln. Der Innenflügel der Mulde vom Dealul Cailor setzt sich nach Süden in die beiden Kegelberge Adam und Eva fort.



Südlich des Raräugebietes erreicht die mesozoische Randmulde ihr Ende. Nur noch auf dem Grenzkamm zwischen Bukowina und Moldau finden sich noch kleine Überreste in Form kleiner Schollen, die aus Verrucano und Triasdolomit bestehen, so z. B. über die Mägura hinübersetzend, über das Valea Cheilor, auf den Hreben, die Arșița, Cliefile, bis in eine Entfernung von 15 km vom Raräu. Die Gesamtlänge der Randmulde beträgt demnach 75 km. In noch schönerer und vollkommenerer Ausbildung taucht sie dann in Siebenbürgen, im Gebiet des Hăghimașul mare, wieder auf.

Aus der Verbreitung der vielen mesozoischen Schollen, welche sich heute noch auf dem Kristallin der Munții Bistriței vorfinden, kann auf eine weitgehende permo-mesozoische Bedeckung des Kristallins geschlossen werden. Solche Schollen finden sich z. B. im Tal der goldenen Bistritz bei Jakobeni, wo sie aus Verrucano-Konglomerat und Triasdolomit bestehen, weiterhin finden sich mehrere Schollen im Valea Putnei, wo sie dieselben Elemente aufweisen und auch den roten Basalhorizont aufgeschlossen haben, der diskordant auf dem Dolomit liegt.

Die permomesozoische Bedeckung des Kristallins ist heute zum grössten teil der Erosion zum Opfer gefallen. Nur infolge tiefer Einfaltung und Versenkung an Bruchlinien sind uns noch einige Überreste dieser Bedeckung in Form der eben beschriebenen Schollen übrig geblieben. Die grosse stattgehabte Erosion, durch deren Wirkung heute eigentlich das ganze Mesozoikum der Bukowina fast nur sporadisch auftritt und ganze Schichtserien fehlen, erschwert das Studium der Stratigraphie und der tektonischen Verhältnisse der Randmulde, der mesozoischen Bedeckung im Allgemeinen und besonders das Erkennen des Verhältnisses zwischen Mesozoikum, Kristallin und Flysch, sehr.



INHALT :

	<u>Pagina</u>
Einleitung. Die bisher erschiene Literatur	31—37
I. Das Rarău-gebiet	37—56
1. Allgemeine geologische Übersicht	37—39
2. Petrographische Beobachtungen	39—41
Die kristallinen Schiefer	39—41
3. Stratigraphie der mesozoischen Randmulde	41—49
Verrucano	41—42
Trias	42—43
Jura	43—45
Kreide	45—48
Die Diabasvorkommen im Aptien	48—49
4. Die Tektonik der mesozoischen Randmulde des Rarău-gebietes	49—55
Die Tektonik des Innenflügels und seines kristallinen Untergrundes	50—51
Die Tektonik des Aussenflügels	51—53
Der Muldenkern der Randmulde	53—54
Die aptienen Riffkalkklippen	54—55
5. Allgemeine Entwicklungsgeschichte des Rarău-gebietes	55—56
II. Die mesozoische Randmulde zwischen Sărata und Pojorâta	56—61

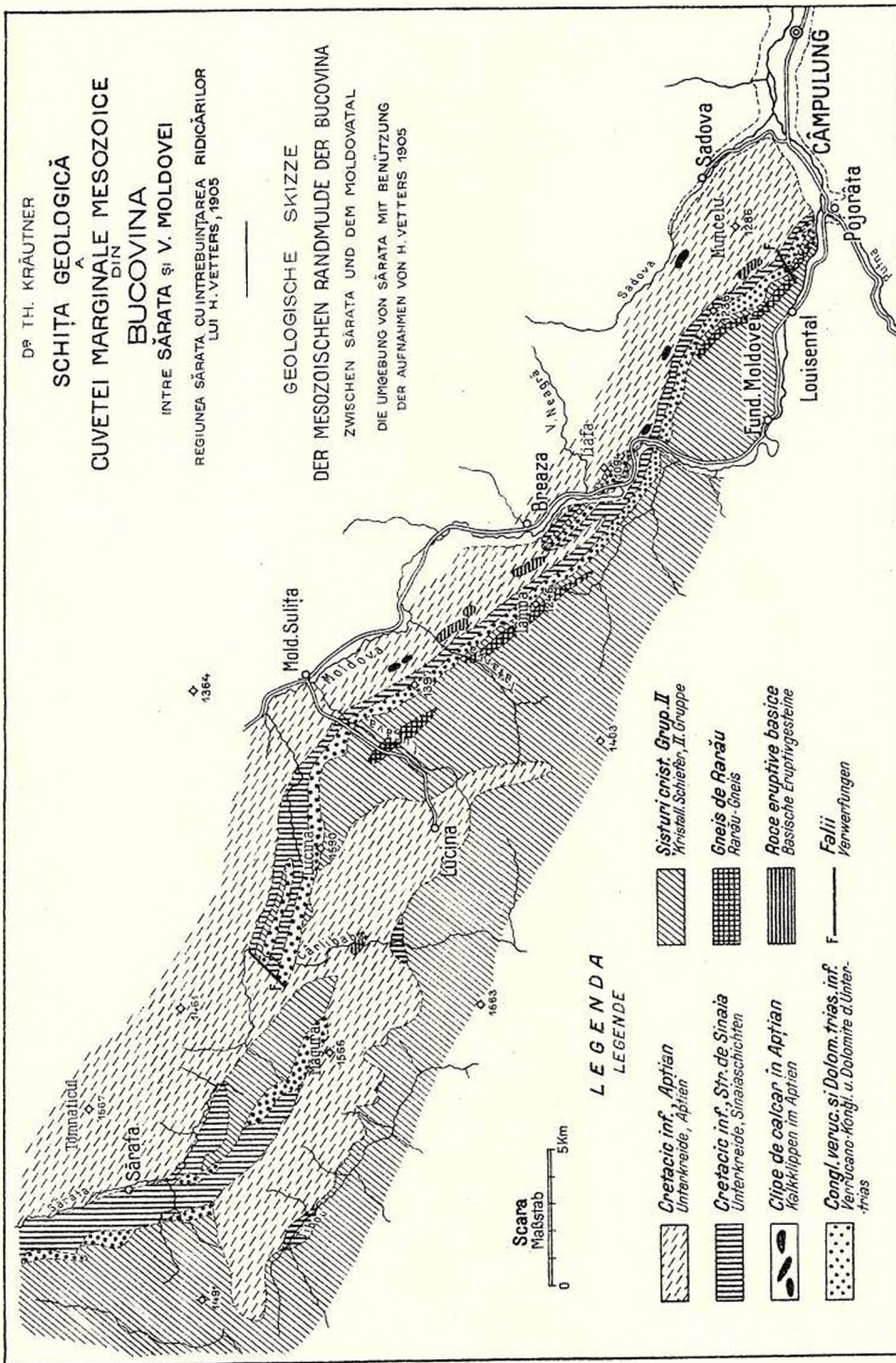


DR TH. KRÄUTNER

SCHIȚA GEOLOGICĂ DIN CUVETEI MARGINALE MESOZOICE DIN BUCOVINA

INTRE SĂRATA ȘI V. MOLDOVEI
REGIUNEA SĂRATA CUI ÎNTREBUNȚĂREEA RIDICĂRIILOR
LUI H. VETTERS, 1905

GEOLOGISCHE SKIZZE
DER MESOZOISCHEN RANDMULDE DER BUCOVINA
ZWISCHEN SĂRATA UND DEM MOLDOVATAL
DIE UMGEBUNG VON SĂRATA MIT BENÜTZUNG
DER AUFNAHMEN VON H. VETTERS 1905



Impr. Anst. Ingt. Geologic al Rom.

ANUARUL INSTITUTULUI GEOLOGIC AL ROM. VOL. XIV.



Profil prin Cheile Moldovei între Pajorâta și Câmpulung
Profil durch den Moldova-Durchbruch zwischen Pajorâta u. Câmpulung

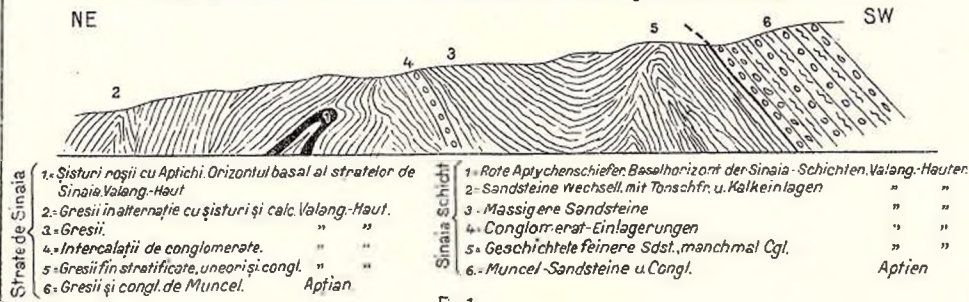


Fig.1

Profil prin cuveța marginală mesozoică în nordul Bucovinei
Profil durch die mesozoische Randmulde der nördl. Bukovina

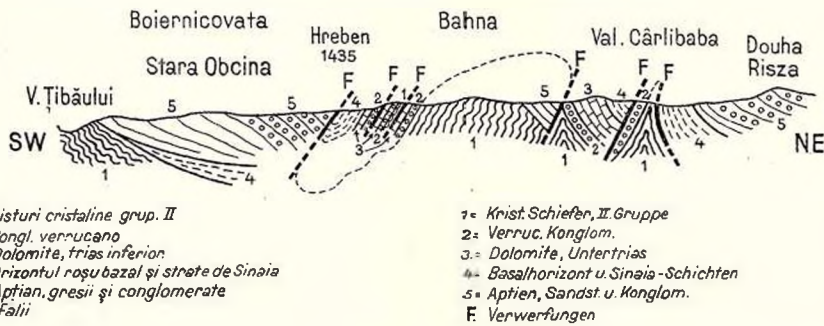


Fig.2

Dedublarea flancului intern al cuveței marginale lângă Pajorâta
Verdoppelung des Innenflügels der mesozoischen Randmulde bei Pajorâta

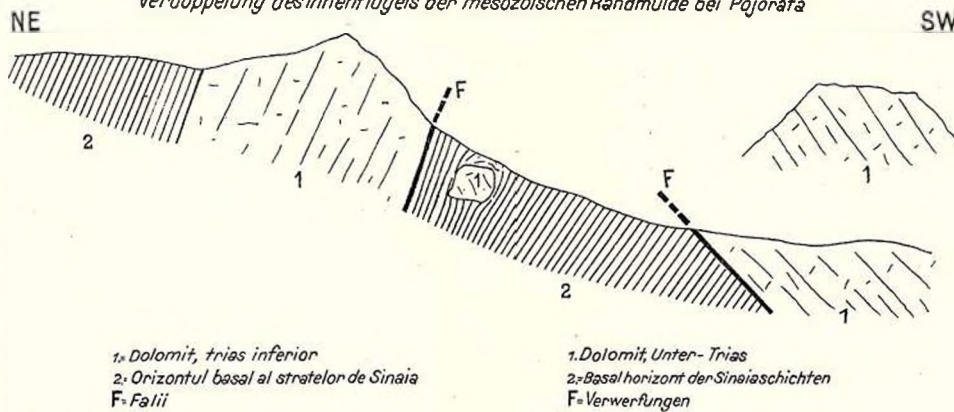


Fig.3

Dr. Th. Kräutner : *Cercetări geologice în regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.



Fig. 1

Flancul intern al sinclinalului marginal. Dolomite triasice dedublate
 printr'o falie transversală.
 Der Innenflügel der mesozoischen Randmulde. Triasdolomite, durch eine
 Querverschiebung verdoppelt.

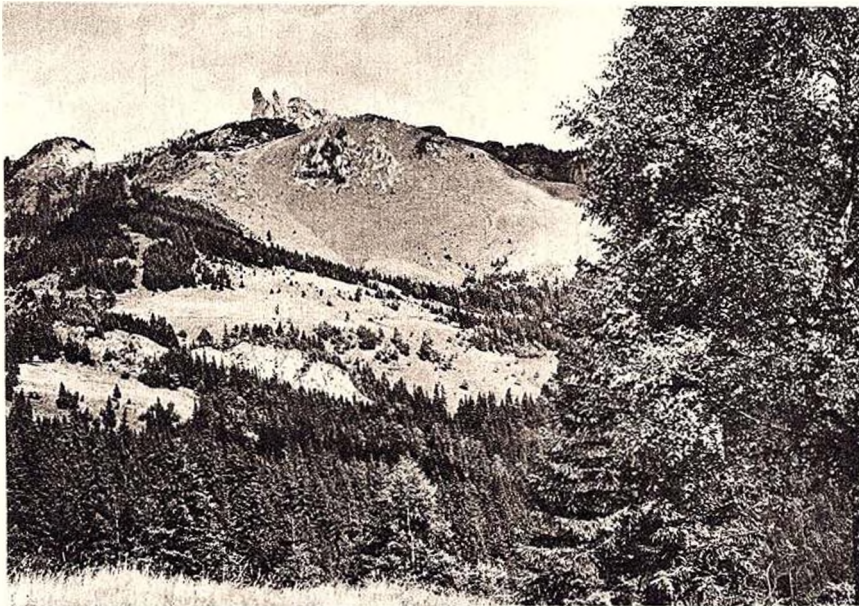


Fig. 2

Pietri!e Doamnei (Clipă apțiană). Dedesupt : dolomite triasice și șisturi
 cristaline. În avantplan : calcar cristalin.
 Pietri!e Doamnei. Apțiene Riffkalkklippe. Darunter Trias-Dolomite und
 Kristallin. Im Vordergrund kristalliner Kalk.

Dr. Th. Kräutner: *Cercetări geologice în regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.



Fig. 1

În fund clipele Rarău și Pietrile Doamnei; în mijloc calcare titonice
și dolomite triasice din flancul intern.

Die aptienen Klippen des Rarău und der Pietrile Doamnei im Hintergrund,
Tithonkalke und Triasdolomite des Innenflügels in der Mitte.



Fig. 2

Diabase alterate. Pietrile albe, Rarău.
Verwitterte Diabase. Pietrile albe, Rarău.

Dr. Th. Krätner: *Cercetări geologice în regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.



Fig. 1

Clipa aptiană a Todirescuii, (orizontul superior), la dreapta orizontul
 mediu al clipelor aptiene.

Aptiene Klippe des Todirescu (oberer Horizont). Rechts der
 mittlere Klippenhorizont.



Fig. 2

Pietrele Doamnei. Căleaz recifal aptian, în poziție verticală.
 Pietrele Doamnei. Aptiener Riffkalk, vertikale Schichtstellung.

Dr. Th. Kräutner: *Cercetări geologice în regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.

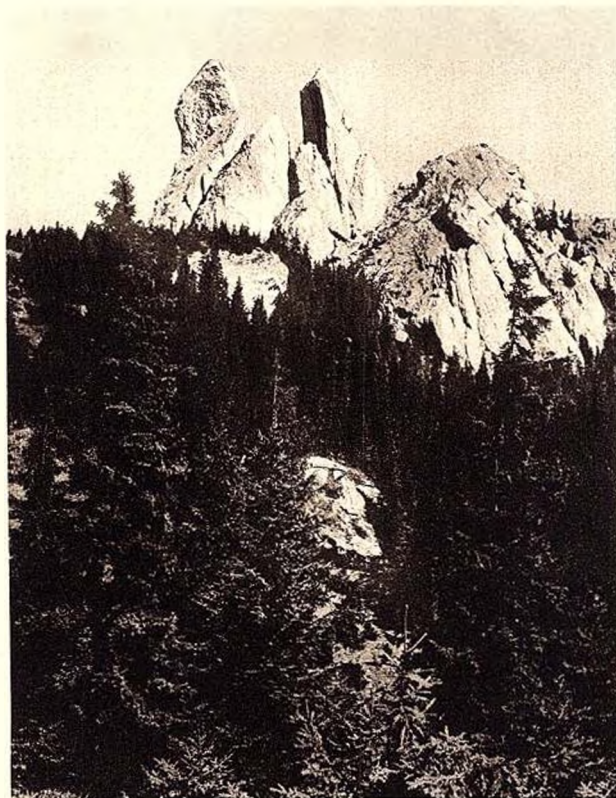


Fig. 1

Pietrele Doamnei, văzute din Sud spre Nord. Clipa de calcar aptian.
 Pietrele Doamnei, von Süd gegen Nord. Aptiene Klippe.

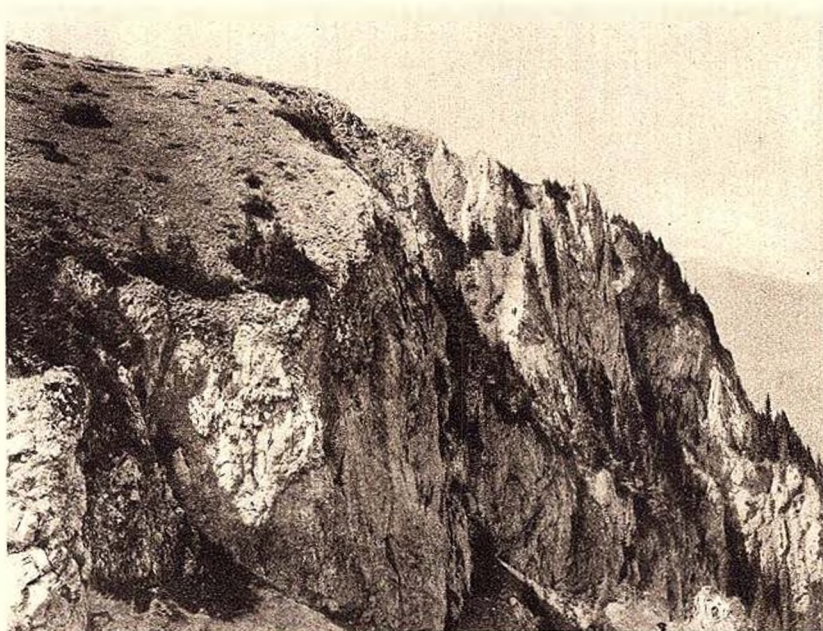


Fig. 2

Clipa aptiană a Rarăului. Calcar recifal.
 Aptiene Rifkalkklippe des Rarău.



Dr. Th. Kräutner: *Cercetări geologice în regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.



Fig. 1

Piatra Zimbrului. Clipă de calcar recifal apțian la Sud de Rarău.
 Piatra Zimbrului. Aptiene Rifkalkklippe im Süden des Rarău.



Fig. 2

Clipe de calcar recifal apțian, la Est de Rarău. (Orizontul mediu).
 Aptiene Rifkalkklippen des mittleren Horizontes, östlich des Rarău.



Dr. Th. Kräutner: *Cercetări geologice în regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.

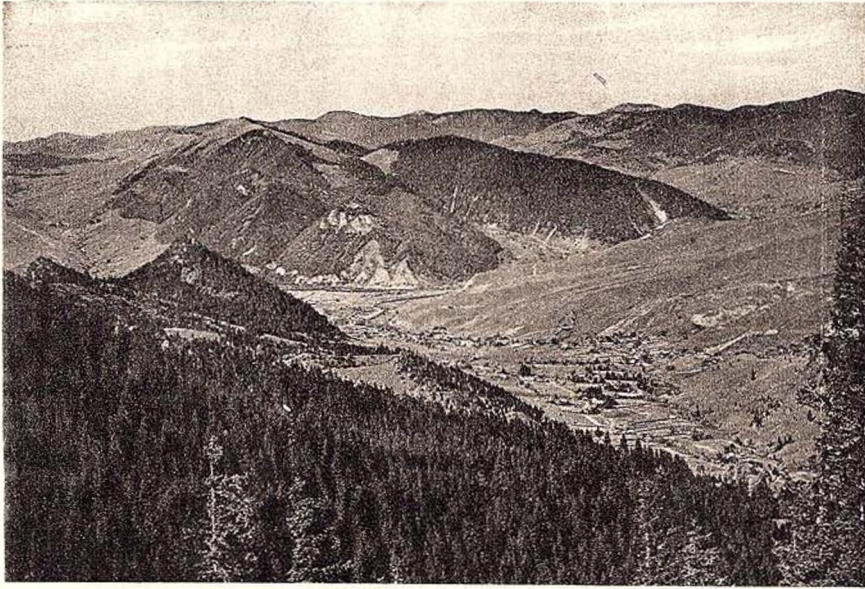


Fig. 1

Fundul Pojorâtei, văzut din Dealul Muncelului. În fund conglomerate aptiene de Muncel, Valea Moldovei, în mijloc Adam și Eva (flancul intern), sinclinalul marginal umplut cu marne aptiene, cu clipe de calcar. Fundul Pojorâtei, vom Dealul Muncel aus. Im Hintergrund aptiene Konglomerate, das Moldovatal, im Mittelgrund der Innenflügel, Adam und Eva, die aptiene Muldenfüllung der Randmulde, mit Kalkklippen.



Fig. 2

În fund: Conglomerate de Muncel (aptiene), Cheile Moldovei.
 În avântplan orizontul marnos al Aptianului.
 În fund: Aptiene Konglomerate des Muncel mit Moldovadurchbruch. Im Vordergrund aptiene Merge!

Dr. Th. Kräutner: *Cercetări geologice în regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.



Fig. 1

Clipă de calcar triasic în marnele aptiene. Fundul Pojorăței.
 Triaskalkklippe in aptienen Mergeln. Fundul Pojorăței.

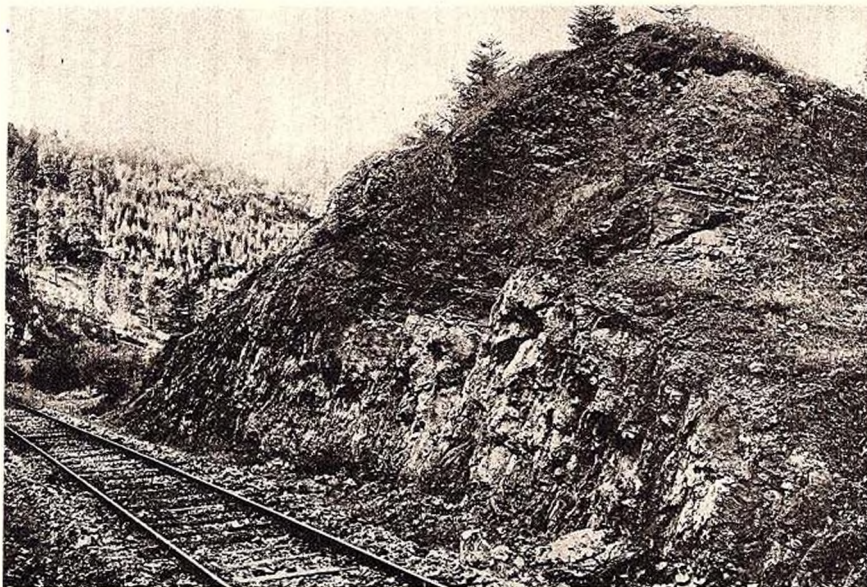


Fig. 2

Vălea Putnei, înainte de Pojorâta. Brazdă de Mesozoic peste Cristalini.
 Dolomite triasice, șisturi roșii (Orizontul bazal al stratelor de Sinaia)
 discordant transgresive.

Vălea Putnei, vor Pojorâta. Mesozoische Scholle auf Kristallin.
 Triasdolomite, darüber diskordant Basalhorizont der Sinaiaschichten.

Dr. Th. Kräutner: *Cercetari geologice in regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.

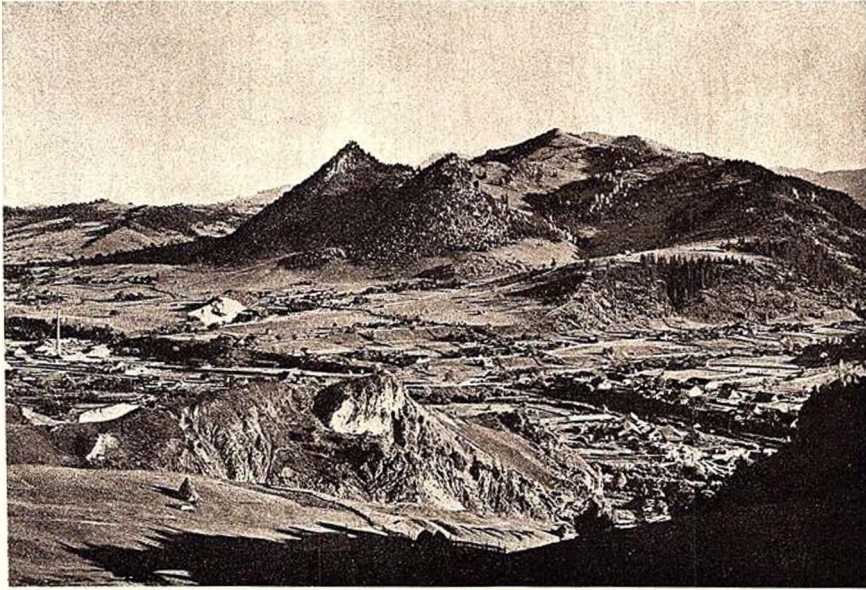


Fig. 1

Pojorâta. In fund Dealul Muncelului (Gneis de Rarău), flancul intern (Adam și Eva) Valea Moldovei ; în avantplan flancul intern, dolomite triasice dedublate prin falii, șisturi roșii (Cretacic inf.).

Pojorâta. Im Hintergrund Dealul Muncel (Rarăugneis), der Innenflügel (Adam und Eva), das Moldovatal; im Vordergrund der Innenflügel, Triasdolomite, durch Verwerfungen verdoppelt, Basalhorizont der Siniaschichten.

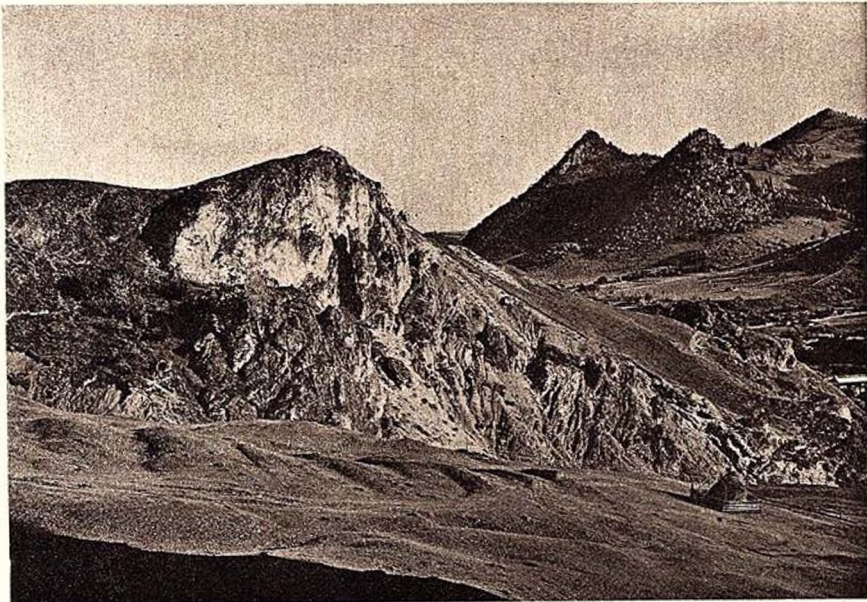


Fig. 2

Pojorâta. Flancul intern al sinclinalului marginal. In fund Adam și Eva, dolomite triasice ; în avantplan dolomite triasice și șisturi roșii
 orizontul bazal al stratelor de Sinaia dedublate prin falii.

Pojorâta. Innenflügel der mesozoischen Randmulde. Im Hintergrund Adam und Eva, im Vordergrund Triasdolomite und Basalhorizont der

Siniaschichten, durch Verwerfungen verdoppelt.

Institutul Geologic al României

PLANȘA IX

- Fig. 1. **Gneis de Rarău, Piciorul Călugărului.** Nicoli+. Mărit 12×. Boabe mici de microclin. Solzi de muscovit și biotit. Plagioclazi sericitizați. Țesătura fundamentală: Cuarț fin dințat și feldspat.
Rarăgneis, Piciorul Călugărului. Nikols+, Vergr. 12×. Kleinere Mikroklinkörner, Muskowit- und Biotitschuppen. Serizitisierte Plagioklasse. Im Grundgewebe: verzahnter Quarz und Feldspat.
- Fig. 2. **Gneis de Rarău, Bătea Vlucilor.** Nicoli+. Mărit 9.5×. Fenocrystal mare de microclin cu incluziuni de cuarț și plagioclas. Crăpăturile microclinului umplute cu cuarț și feldspat. Microclin înconjurat de cuarț, plagioclas, biotit și muscovit.
Rarăgneis. Bătea Vlucilor. Nikols+, Vergr. 9.5×. Grosser Einsprengling von Mikroklin mit Quarz und Plagioklaseinschlüssen. Die Risse des Mikroklin mit Plagioklas und Quarz ausgefüllt. Mikroklin umflossen von Quarz, Plagioklas, Biotit und Muskowit.
- Fig. 3. **Gneis de Rarău cu bobul fin. Dealul Muncelului.** Nicoli+, Mărit 18.5×. Boabe de cuarț, plagioclas alterat, biotit și muscovit.
Feinkörniger Rarăgneis. Dealul Muncelului. Nikols+. Vergr. 18.5×. Quarzkörner, zersetzter Plagioklas, Biotit und Muskowit.
- Fig. 4. **Gneis de Rarău. Dealul Muncelului.** Nicoli+, Mărit 9.5×. Microclin, Plagioclas (alterat). Cuarț în agregate. In massa fundamentală: biotit, muscovit, grenat, magnetit.
Rarăgneis. Dealul Muncelului. Nikols+, Vergr. 9.5×. Mikroklin, Plagioklas (zersetzt). Quarzaggregate. In der Grundmasse: Biotit, Muskowit, Granat, Magnetit.
- Fig. 5. **Mieșist cu biotit și epidot. Dealul Muncelului** Nicoli=. Mărit 14.5×. Paralel cu sistuoizitatea. Cuarț, biotit, multe grăunțe de epidot, magnetit.
Epidot — Biotit — Glimmerschiefer. Dealul Muncelului. Nikols=. Vergr. 14.5×. Parallel der Schieferung. Quarz, Biotit, viele Epidot — und Magnetitkörner.
- Fig. 6. **Gneis de Rarău, Bătea Nișanu.** Nicoli+, Mărit 13×. Cuarț în lentile și agregate. Microclin, plagioclas alterat, Biotit și muscovit.
Rarăgneis. Bătea Nișanu. Nikols+. Vergr. 13×. Quarz in Linsen und Aggregaten, Mikroklin, Plagioklas (zersetzt), Biotit und Muskowit.



Dr. Th. Kräutner: *Cercetări geologice în regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.

Fig. 1

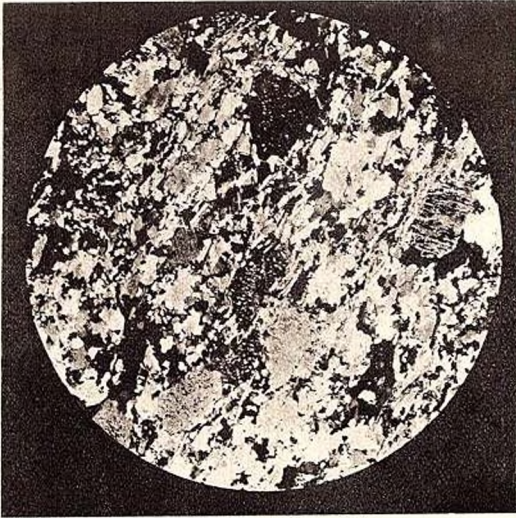


Fig. 2

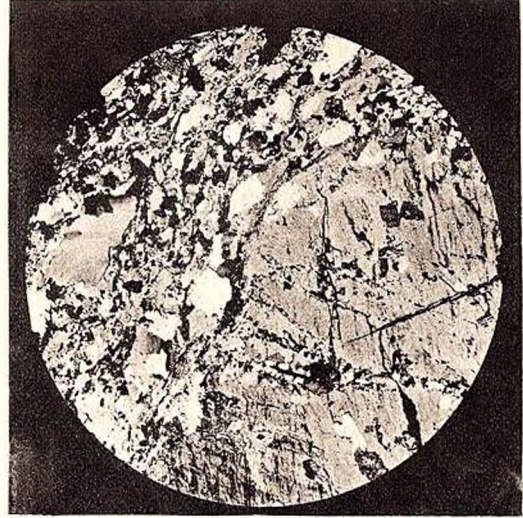


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



PLANȘA X

- Fig. 1. **Amfibolit. Bătea Nițanu.** Nicoli = Mărit 21×. Amfibol verde comun, epidot în forma de grăunțe, albit.
Amfibolit. Bătea Nițanu. Nikols = Vergr. 21×. Grüne Hornblende, Körner von Epidot, Albit.
- Fig. 2. **Diabasporfirit, Valea Seacă.** Nicoli = Mărit 15×. Feldspații complet saussuriti-zați, umpluți cu sericit și clorit, magnetit. Feldspat proaspăt în masa funda-mentală. Produse secundare : Calcit și clorit.
Diabasporphyrit, Valea Seacă. Nikols = Vergr. 15×. Saussuritisierte Feldspäte, mit Serizit und Chlorit, Magnetit, In der Grundmasse frische Feldspate, Sekun-däre Produkte : Calcit, Serizit und Chlorit.
- Fig. 3. **Diabas Pietrele albe.** Nicoli = Mărit 15×. Structura ofitică. Indivizi de plagioclas, grăunțe de piroxen, magnetit, produse secundare : clorit.
Diabas. Pietrele albe. Nikols = Vergr. 15×. Ophitische Struktur. Leisten von Pla-gioklas, Augitkörnchen, Magnetit, sekundäre Produkte : Chlorit.
- Fig. 4. **Diabas, Izvorul alb.** Nicoli = Mărit 20.5×. Structura ofitică. Indivizi mici de plagioclas, magnetit, ca produse secundare : calcit și clorit.
Diabas. Izvorul alb. Nikols = Vergr. 20.5×. Ophitische Struktur. Kleine Pla-gioklasleisten, Magnetit, als sekundäre Produkte : Kalzit und Chlorit.



Dr. Th. Kräutner: *Cercetări geologice în regiunea Rarăului.*
Geol. Unters. im Rarău-Gebiet.

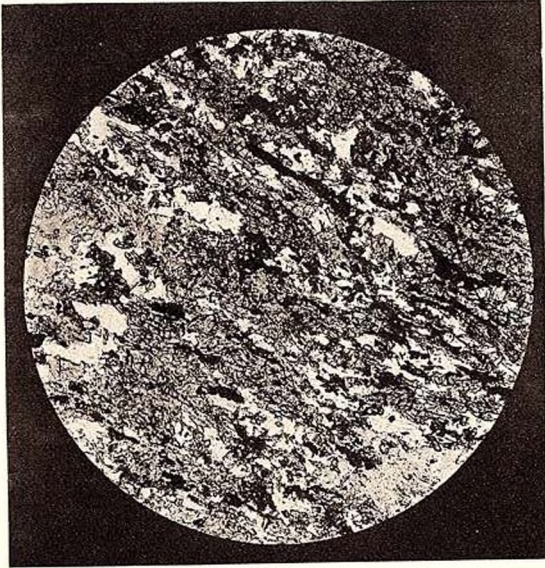


Fig. 1

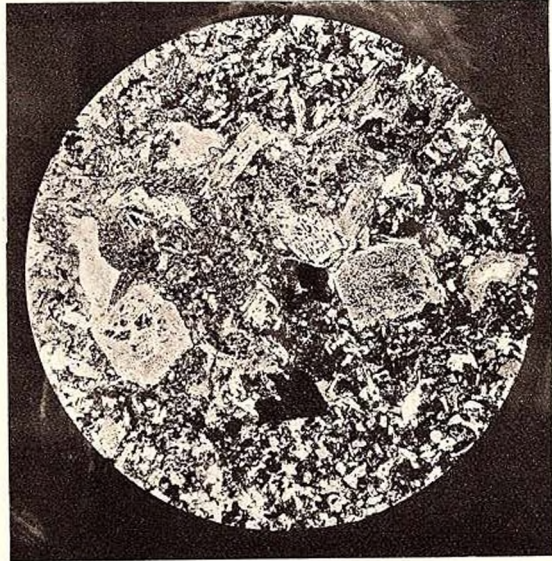


Fig. 2

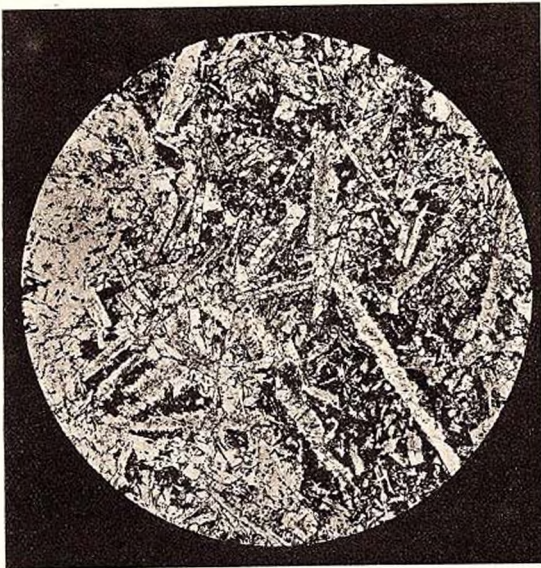


Fig. 3

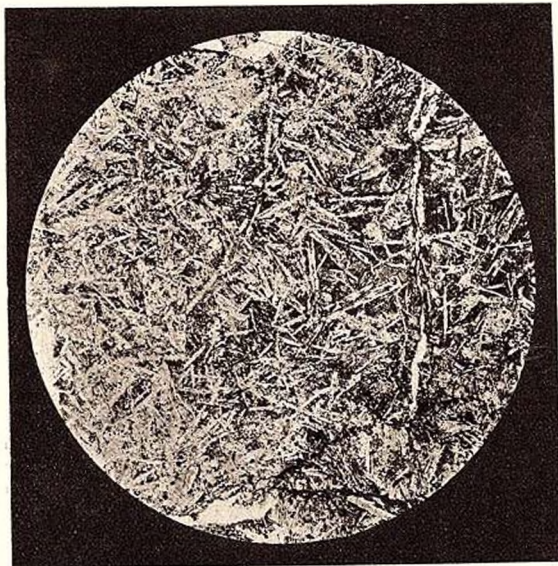
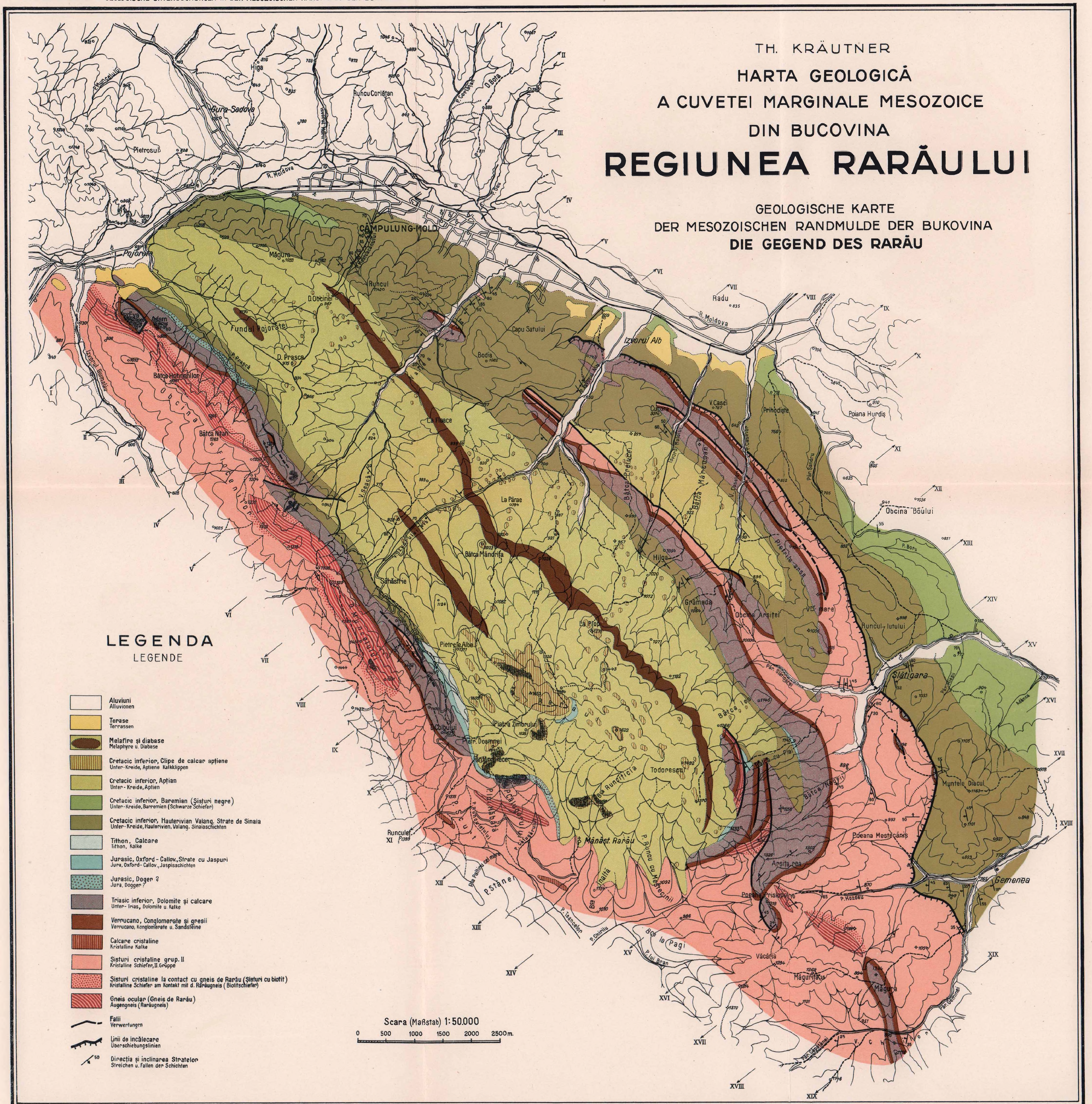


Fig. 4

TH. KRÄUTNER
 HARTA GEOLOGICĂ
 A CUVETEI MARGINALE MESOZOICE
 DIN BUCOVINA
REGIUNEA RARĂULUI

GEOLOGISCHE KARTE
 DER MESOZOISCHEN RANDMULDE DER BUKOVINA
 DIE GEGEND DES RARĂU

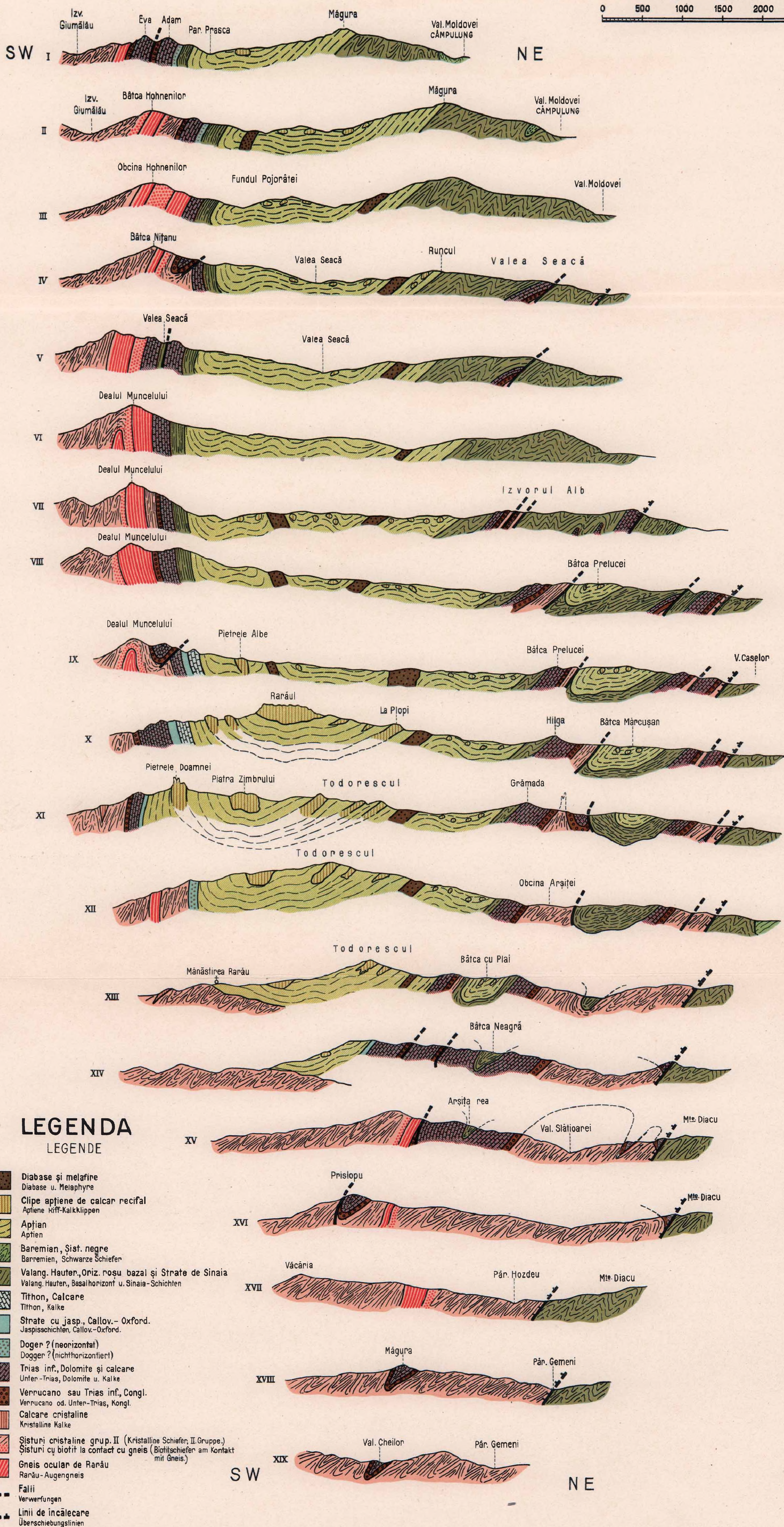
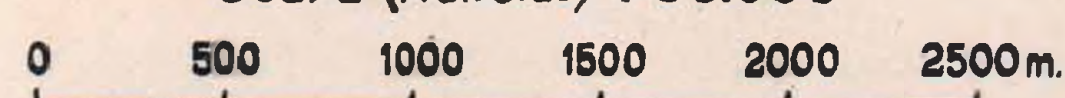


TH. KRÄUTNER

SECȚIUNI IN SERIE PRIN REGIUNEA RARĂULUI

SERIENPROFIL
 DURCH
 DAS GEBIET DES RARĂU

Scara (Maßstab) 1:50.000



URME DE GHEȚARI ÎN MUNȚII BUCEGILOR ¹⁾

(Cu o hartă și 6 figuri în text)

DE

ENRIC WACHNER

Prima descriere a urmelor de ghețari din regiunea Bucegilor o găsim în opera fundamentală asupra Carpaților de Sud de E. DE MARTONNE ²⁾. Cercetările lui DE MARTONNE au fost completate de JEKELIUS ³⁾ și KREBS ⁴⁾. Lucrarea lui BEHRMANN ⁵⁾ în schimb nu prezintă nici un progres. În toate aceste lucrări problema glaciațiunii Bucegilor este numai atinsă și ca să pot da un tablou complet asupra răspândirii ghețarilor de altădată, am supus în vara anului 1927 tot masivul unor cercetări sistematice, glacialmorfologice.

Urmele glaciale în regiunea Bucegilor se pot deduce: din morfologia caracteristică văilor glaciale, din prezența circurilor, a căldărilor și în parte și din prezența morenelor. Conglomeratele de vârsta Aptianului cari constituiesc Bucegii, sunt foarte puțin favorabile pentru păstrarea urmelor de șlefuiți și de sgârieturi și de aceea acestea lipsesc cu desăvârșire în regiunea Bucegilor.

1. Urme de ghețari în partea estică

Dacă privim de pe Clăbucetu Taurului de lângă Azuga, pereții râ-
poși ai Bucegilor de deasupra văii Prahova, ne atrage îndată aten-
țiunea forma albiilor văilor Cerbului și Morariului în partea lor supe-
rioară, cari se deosebesc fundamental de crăpăturile sălbatice ce străbat

¹⁾ Această lucrare a fost publicată sub o formă prescurtată în „Zeitschrift für Gletscherkunde”.

²⁾ DE MARTONNE, Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie. Paris 1907.

³⁾ JEKELIUS, Daten über den geol. Bau des Bucses und Csukas. Jahresber. d. k. ung. geol. Anst. f. 1915. Budapest 1916.

⁴⁾ KREBS, Exkursion auf den Butschetsch, Mitt. d. geogr. Ges. in Wien 67 Bd. 1924. Wien. p. 204—212.

⁵⁾ BEHRMANN, die Südkarpathen. Bukarest. 1924.



peretele stâncos al părții estice (Fig. 1). Deja privirea ageră a d-lui DE MARTONNE a recunoscut aici modelarea ghețarilor. În partea superioară a văilor menționate găsim câte un circ. Fundul cercului Cerbului este situat la 2180 m. înălțime. Valea alăturată este însă foarte intens erodată și cu panta repede, așa că nu se poate constata cât de jos ajungeau aici ghețarii de odinioară.

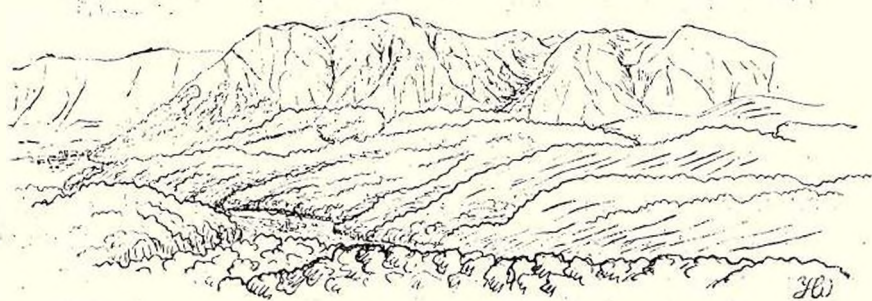


Fig. 1.—Abruptul Prahovean al Bucegilor văzut dela Clăbucetul taurului.

2. Urme de ghețari în partea nordică

Deja din „Poiana Brașovului” sau și mai bine depe Piatra Arsă deasupra șoselei Predeal-Râșnov, se văd urmele ghețarilor în partea superioară a văilor Malaiești și Țigănești, sculptate larg și adânc în cadrul munților (Fig. 2).

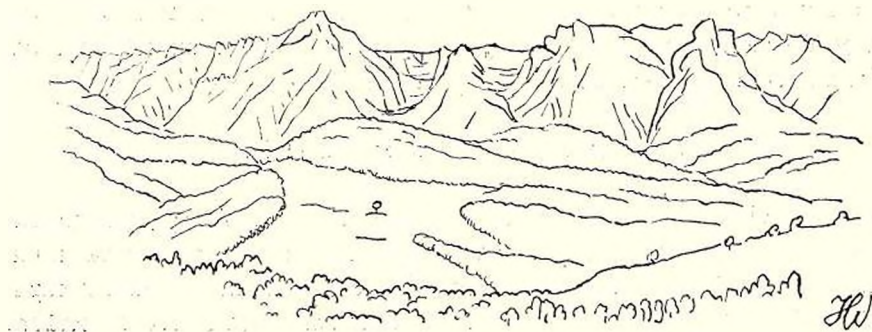


Fig. 2.—Abruptul spre Nord ale Bucegilor văzut dela Piatra arsă.

A) Valea Malaiești. La ieșirea din căldarea de pe pârâul Malaiești, unde panta devine repede, morena frontală n'are forma obișnuită de dig, care să închidă valea, ci este în forma de haldă sau a unei suprafețe înclinate de grohotiș. Grohotișul glacial a fost răspândit în direcțiunea pantei nu numai spre Nord, ci și spre Est în valea pârâului Vidombacul Mare. Până la uzina electrică, așezată la poalele munților la 800 m. pantele și fundul văilor sunt acoperite cu bolovani mari de

mai mulți metri cubi. Ar fi desigur greșit de a trage din acest fapt concluzia că ghețarul s'a scoborât așa jos. Ghețarul văii Malaiești se termină pe treapta haldei de grohotiș a morenei frontale la altitudine de 1350 m. Indreptându-ne spre dreapta dela drumul marcat pentru excursionsiști, puțin înainte de a ajunge la treapta aceasta, se vede îndată o deschidere frumoasă în halda de grohotiș a morenei frontale, care aici este tăiată de o prăpastie sălbatică, aproape întotdeauna fără apă, a pârâului Malaiești. Deschiderea înaltă de 30—40 m. arată o grămadire de bolovani, mai mici sau mai mari, legați prin un ciment argilos-nisipos. Morene laterale nu se observă în valea Malaiești, însă caracterele mari glaciale: valea în formă de U [Trogtal], trepte și circuri, sunt foarte bine dezvoltate. Marginile de sus ale treptelor sunt așezate după măsurările cu aneroidul la altitudinile următoare:

După : DEMARTONNE	KREBS	WACHNER
2050 m.	—	—
1900 „	1870 m.	1860 m.
1700 „ (morena terminală)	1720 „	1720 „
—	1570 „	1550 „
—	1480 „	1500 „
—	1370 „ (morena terminală)	1360 „

Se disting deci în total 5 trepte, sau 6, dacă se socotește după DE MARTONNE și pragul mic așezat la 2050 m.

Extremitatea superioară a Văii Malaiești este formată din două circuri aproape contopite. Unul din acestea este așezat pe panta estică dinspre pereții Bucșoiului. Celălalt circ se întinde mai sus și din el duc așa numitele „coșuri” întrebunțate adesea la urcarea spre creasta de deasupra Găurei (Fig. 3).

Pe treapta dela 1720 m., în apropierea casei de adăpost nouă, se află o morenă mică de retragere. Un loc foarte neted, puțin scobit acoperit de prundiș fin, pe treapta dela 1860 m. arată poate fundul unui lac de odinioară. Lungimea ghețarului Malaiești era de 4 km.

B) Valea Țigănești. Valea Țigănești este situată spre Vest de valea Malaiești, fiind despărțită de aceasta numai printr'o coamă îngustă. Ea este deschisă deasemenea spre Nord. Morena frontală, de acelaș tip ca și aceea a văii Malaieștilor, este bine vizibilă imediat în josul stâniei la 1400 m. La 1360 m. izvorăște din pietrișul acestei morene pârâul Țigănești.

Șanțul fără apă în sus de stână este tăiat adânc, cam de 20 m. în pietrișul morenei de fund, și se urcă până la 1600 m. La 1600 m. este o treaptă schițată numai printr'o porțiune mai plană lată de 150 m.



La 1790 m. urcușul începe să fie mai încet. La 1860 m. se află un dig de morenă terminală din pietriș fin și grosolan cu un slab ciment nisipos.

Spre capătul superior al văii, care are forma de albie, vedem într-o nișă a părții vestice, pe fundul unei scobituri circulare, un lac mlăștinos adânc de abia 20 cm. cu un diametru cam de 10 m. și care servește la adăparea oilor. Basinel lacului se limitează spre vale printr'un dig înalt cam de 10 m. din conglomerat în loc, care poartă frumoase colțuri rotunjite („Rundhöcker”). In josul digului acestuia se vede



Fig. 3.—Valea glacială Malaiești deasupra treptei 1720 m.

morena laterală din stânga. Și în cirul terminal al capătului albiei se observă colțuri rotunjite foarte bine conservate. Fundul cirului terminal este așezat la 1960. m.

3. Urme de ghețari în partea vestică

În partea de Vest a Bucegilor se află, ca și la marginea de Nord și de Est, două văi glaciale. Până acuma urme de ghețari din această parte sunt cunoscute numai din valea Căurei. Caracterul glacial al văii Urlătoarei s'a trecut cu vedere desigur din cauza că această vale în forma de U nu poate fi văzută din depărtare, fiind cotită și situată departe de drumurile obișnuite de excursioniști.

A) Valea Urlătoarei. Numele Urlătoarea îl poartă mai multe văi ale Bucegilor din cari es izvoare puternice. Aici e vorba de valea, la care se

ajunge urmând valea Poartei la Bran. Incepând dela 970 m. vedem prundiș fluvioglacial cu blocuri mari până la 15 m³. Acest prundiș se razimă pe o terasă mai înaltă cu 5 m. ca fundul actual al văii precum se poate bine constata la urcarea din fundul văii spre Poiana Ciobotei. La 1360 m. vedem în pârau o deschidere a „haldei” morenei frontale de acelaș fel cu acele din văile Țigănești și Malaiești. Aici es din pietrișul morenei izvoare puternice; mai în sus însă albia pâraului este uscată. La Stâna Mică (1650 m.) ajungem la pragul morenei frontale. Intre 1720—1810 m. se află o treaptă verticală, la marginea de sus a căreia au fost sculptate două colțuri rotunjite (Rundhöcker) în conglomeratul în loc.

În sus de această treaptă, valea are forma unui circ oval, al cărui fund poartă pietriș al morenei de fund, care este desvelit prin șanțul de obicei uscat până la roca în loc (conglomerat crețacic). După urcarea unei trepte repezi de 150 m. a scării cercului [circ en gradins], ajungem la 1960 m. în fundul superior al cercului. Și aici se găesc la marginea inferioară a acestui circ, foarte aproape de treaptă, câteva colțuri rotunjite (Rundhöcker). Pereții cercului sunt formați din stânci cari se ridică vertical spre vârful Scara (1420 m.).

B) Gaura sau Valea Cătunului. Această vale alpină, cea mai grandioasă și sălbatică a Bucegilor, întrerupe marginea vestică închisă a masivului ca o căldare largă, scobită pronunțat și adânc. Privirea cea mai frumoasă asupra acestei văi se poate avea depe înălțimea culmei Gușan, pe care urmează drumul mult frecventat dela Bran spre schitul Jalomița (Fig. 4). De acolo se vede, foarte clar și precis, pereții verticali, înalți de mai multe sute de metri, Valea largă în formă de U și treptele albiei ghețarului. Extremitatea de sus a văii, adică căldarea cu pereții abrupti, formează amfiteatrul foarte regulat, cunoscut fiecărui vizitator al Omului, la partea de vest a vârfului acestuia înalt de 2506 m. În căldare alternează întinderi netede cu trepte oblice foarte pronunțate, Marginele de sus ale treptelor sunt după :

DE MARTONNE	JEKELIUS	WACHNER
	2180 m.	2170 m.
	2080 „	2075 „
	1990 „	—
1950 m.	1780 „	1760 „
	1620 „	1600 „
Morena frontală în	1500 „	1490 „

Treapta cea mai superioară (2170—2180 m.) are o întindere mică și fundul ei este acoperit cu pietriș recent, ceiace ascunde topografia



sa glacială. Treapta a doua (2075—2080 m.) este deosebit de largă. Fundul ei plan, lat de 300—400 m. are pe o lungime de aproape 1 km. o pantă numai de 50 m. Movile joase, rotunjite puțin, acoperite cu iarbă, formează fundul căldării în care pârăul actual și-a tăiat un talveg adânc cam de 10 m. În apropierea marginii de vest a acestei trepte, un loc neted arată fundul unui lac, care a fost umplut printr'un con de dejecție întins dela marginea de nord, transversal peste căldare. Acesta se poate cunoaște din mărimea descrescândă dela N spre S a pietrelor grohotișului. Acest fund de lac de odinioară este așezat în 2070 m. și formează o scobitură joasă a fundului căldării. Lacul a fost lung cam de 180 m. Pragul la capătul lui de jos, la marginea treptei, înalt cam de 5 m., tăiat recent, este format din conglomerat în loc. Este vorba deci de o adâncitură a albiei ghețarului scobită în roca în loc.

Panta oblică, grea practicabilă, care urmează în jos, corespunde cu o strâmtoare în valea căldării. Înălțimea treptei este de 300 m. Panta



Fig. 4.—Valea glacială „Gaura“ văzută dela Culmea Guțanului.

este însă întreruptă de un prag modelat prin colțuri rotunjite (Rundhöcker), pe care Dr. JEKELIUS îl ia drept treaptă deosebită. În josul pantei urmează la 1760 m. iarăș un fund de vale plan, lung cam de 0,5 km., acoperit de iarba sărăcăcioasă, care din cauza încadrării stâncoase dela fund face impresia unui circ, și denumirea de „circ en gradins” se potrivește îndeosebi cu valea Gaurei. La marginea de jos a acestei întinderi netede este limita dintre conglomeratul cretacic și calcarul tithonic, care taie valea. O piatră rotunjită de rocă calcaroasă, despărțită prin eroziune de pereții laterali, formează un prag, care întrece cam cu 20 m. fundul căldării situat mai sus. Partea acestui prag îndreptată spre est, expusă deci eroziunii curenților de gheață, pare netezită și poartă jghiaburi [Karren] formate de scurgerile apei de ploaie. Apa infiltrată în prundișul căldării ese la iveală ca izvoare bogate. Indată în josul izvoarelor vedem 2 colțuri rotunjite (Rundhöcker). Pe panta răpoasă, care urmează, pârăul se prăvălește în mai multe cascade până la treapta cea mai joasă dela 1600 m. Pârăul a tăiat în prag niște pră-

păstii adânci până la 10 m. Dacă săparea acestor rigole a început abia după topirea ghețarului, sau dacă a fost deja începută de un pârâu care curgea sub masa de gheață a ghețarului, nu se poate decide.

Partea căldării așezată în josul ultimei trepte se distinge prin pereții laterali deosebit de abrupti, mai ales marginea de nord.

La eșirea din valea în forma de U, la 1500 m, ghețarul se termină, precum a constatat Dr. JEKELIUS, cu o morenă frontală. Pe poiana din fața stânei se poate recunoaște bine digul acestei morene frontale. În tăietura pârâului, adâncă de 30 m. se văd bolovani, mai mari și mai mici, înfiți în prundiș fin, argilos. Un bloc, mare cât o casă, se află lângă stână pe partea dreaptă a văii. „Halda” de grohotiș, care pornește dela morena frontală, se întinde în vale, după Dr. JEKELIUS, până la 1360 m. Partea văii așezată în jos de morenă are forma tipică de V.

4. Glaciațiunea platoului

Desvoltarea largă a regiunii înalte de peste 2000 m. depe culmea masivului care trimite apele spre Jalomița, favorizează aglomerarea unor masse mari de zăpezi perpetue. Probabil, având în vedere acest fapt, BEHRMANN a presupus că au existat ghețari și în ramurile laterale ale Ialomiței ca pe V. Doamnelor și a Sugărilor. Nu se poate însă observa nici o urmă de ghețari în aceste 2 văi laterale. Pâlniile de izvoare (Quelltrichter) ale acestor văi au forme mature, scobite numai puțin în suprafața platoului. Nu există nici o urmă de circ. Porțiunea mijlocie a văilor Doamnelor și Sugărilor este îngustă cu semnele caracteristice ale unei faze de eroziune. Lipssește forma largă de U a fostelor albie de ghețari. În partea mai de jos a cursului Jalomiței, vedem, ce-i drept, un fund de vale mai larg, mai plan. Acesta însă nu este altceva decât valea matură diluvială, preglacială, în care Jalomița a tăiat „Cheile Urșilor” în jos de morena frontală. Nivelul acesta este marcat ca o terasă largă, înaltă cam de 20 m., pe partea estică a văii Jalomița. Din această terasă face parte și livada de sub „Casa Peștera” și de sub curentul „Cocorii de jos”. Deosebit de largă și plană se prezintă partea cea mai de jos a văii Sugărilor, deoarece aici prin acțiunea de baraj a morenei laterale a ghețarului depe stânga Jalomiței, fundul diluvial de mai la vale a fost ridicat și netezit prin conuri de dejecțiune. Aceste dejecțiuni sunt însă fluviatile și n'au nimic comun cu morene de ghețari.

5. Urme de Ghețari pe partea sudică

Urme clare de ghețari se prezintă pe partea sudică a masivului numai pe valea Ialomița. Aceasta are panta cea mai mică dintre toate



văile glaciare ale Bucegilor. Fundul cercului de origină este situat la 2300 m. iar morena frontală la 1670 m. Panta pe întinderea de 5 km. se scoboară cu 630 m, deci în medie cu 126 m. pe 1 km. Valea Ialomiței se distinge de văile glaciare de la partea exterioară a masivului prin faptul, că panta sa este mică și în josul albiei ghețarului, pe când în văile Malaiești, Țigănești, Urlătoarea și Gaura, partea din jos de ghețar are o pantă cu mult mai repede.

În valea Ialomiței se află un ghețar de vale (Talglletscher), pe când ghețarii din celelalte văi menționate aveau mai mult caracterul de ghețari de panta (Gehängegletscher). Morenele frontale pe văile Mălăești și Țigănești sunt, precum am amintit precedent, „halde“ mari de grohotiș, pe când în valea Ialomiței găsim o morenă frontală, tipică în forma unui dig semicircular, care are panta nu numai spre

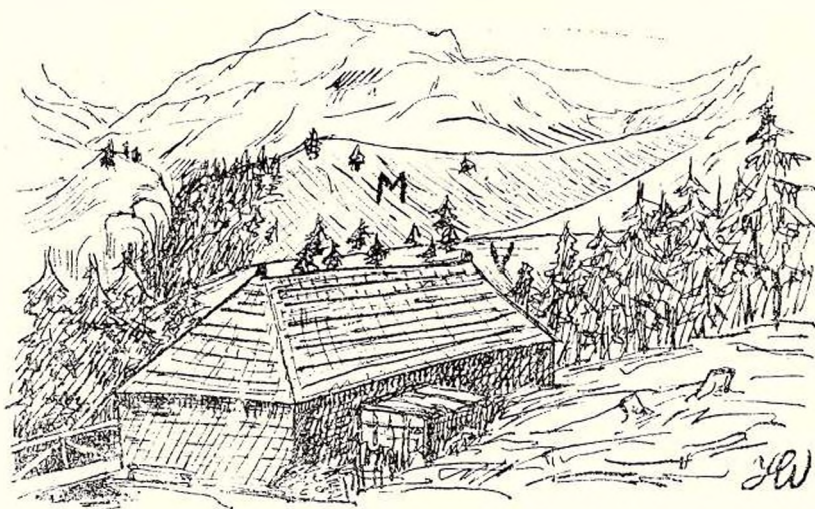


Fig. 5.—Morena terminală în Valea Ialomiței. — M—Morena. V—Valea preglacială.

exterior, ci și spre interior, adică spre basinul ocupat de ghețar (Fig. 5). Este de altfel digul unei morene frontale cel mai frumos și bine păstrat, care mi-e cunoscut din Carpații români. Spinarea largă a dâmbului morenei frontale are o suprafață ondulată. Basinul ocupat de ghețar în spre partea interioară a morenei este situat la 1700 m., iar digul morenei întrece cam cu 20 m.

În partea văii cuprinsă în morena frontală solul este ridicat prin petrișul morenei de fund, din care cauză panta este foarte mică și Ialomița alunică aici încet în cotituri pe fundul mlăștinos. În tăietură adâncă de 20 m de care este străbătut digul morenei, vedem că acesta este compus din holovani mai mici sau mai mari de conglomerat, înfipti într'o masă

nisipoasă-argiloasă, amestecați neregulați. Apoi la deal preponderază materialul fin granular al morenei de fund. La baza părții exterioare a digului morenei frontale apar mai multe izvoare, cari sunt alimentate prin apa Ialomiței infiltrată în prundiș.

Spre vest morena frontală se razimă de panta abruptă a culmei Doamnelor. La partea de Est însă se continuă cu un dig frumos de morenă laterală. Drumul spre Omu, creat de Turing Clubul Român, însemnat cu albastru, merge o bucată pe creasta acestei morene laterale. Prin această morenă laterală pâraul Sugărilor, care se varsă din stânga, a fost stavilat și silit să-și ridice fundul său. Odinioară exista probabil aici un lac, care însă a dispărut iarăși, când pâraul Sugărilor reuși să-și sape un drum spre Ialomița prin tăierea morenei laterale. Digul morenei laterale se întinde

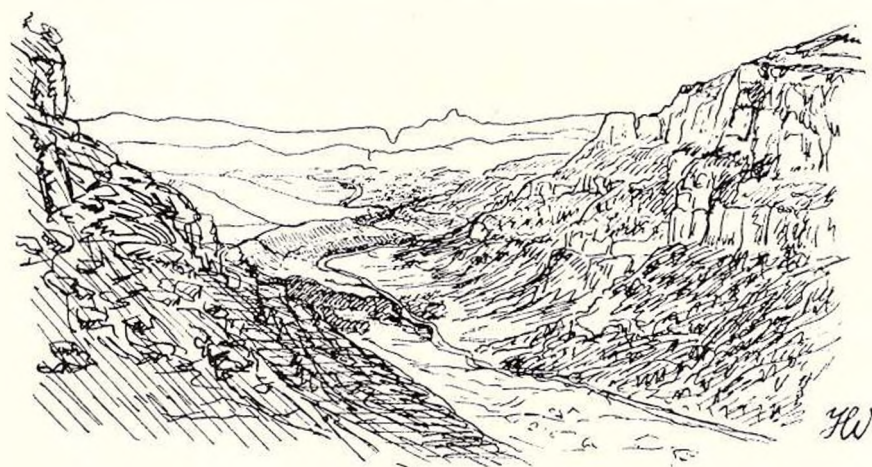


Fig. 6.—Morena terminală în Valea Ialomiței.

în sus cam 1 km, până la stânca unde înverzește păduricea de jepi. Mai în sus de acest loc partea stângă a fostei albie de ghețar este formată de păreți stâncoși. Aicea începe căldarea fostului ghețar, scobită în stâncă în loc.

În jos de acest loc curbele de nivel de pe culmea Obârșia se îndreaptă spre SE și valea Ialomiței se lărgeste în direcția aceasta. Fostul ghețar a păstrat însă și aici largimea sa indicată de căldarea de sus. Curentul de gheață nu se rezema pe panta înclinată spre SE, ci depunea pe fundul văii morena laterală, care are direcția NS. Capătul de Nord al Morenei laterale este situat la 1890 m. Aici digul morenei laterale are spre partea internă o înclinare de 20° . Fundul ghețarului arată acolo un platou în forma de terasă la altitudinea de 1830 m. În platoul acesta talvegul actual este tăiat cu încă 20 m. Massa de gheață avea deci aici o adâncime de cel puțin 60 m.

O praveşte frumoasă asupra morenei în forma de amfiteatru se poate avea urcând pe păretele de vest (Fig. 6). Lăţimea fundului albiei este de 100 m. Secţiunea albiei nu este exact în forma de U, ci se apropie mai mult de forma unui semicerc. De pe fundul căldării se ridică nişte colţuri rotunjite, cari, prin desagregarea ulterioară a conglomeratului puţin rezistent au pierdut mai mult sau mai puţin forma lor tipică.

În albia văii Ialomiţa se află numai o singură treaptă, acolo unde pârăul formează o cascadă vizibilă de departe. Baza trepteii este la 1940 m. iar marginea ei de sus la 2140 m. Treapta este aşezată la o strâmtoare a văii. Strâns de desubtul cascadei fundul văii este lat numai de 20 m.

După BEHRMANN se vărsa aici dela Colţu Obârşiei o ramură laterală de gheţar în valea principală. Nu se pot găsi însă urmele unui asemenea gheţar. Panta este foarte abruptă, iar roca, formată din bancuri de conglomerat când mai moale, când mai tare, aşezate orizontal, este foarte fragilă.

Capătul de sus al văii Ialomiţa este format din două circuri semirotunde cari sunt despărţite unul de altul prin pragul stâncii „Mecetul” plană sus şi se termină în faţă prin un perete abrupt vertical. Stânca „Mecetul” este un bolovan uriaş de calcar (lung 100 m, înalt 50 m) fără rădăcini care este înfipt în conglomerat. În jos de stânca „Mecetul” talvegul recent este erodat cam de 20 m, în fundul plan al căldării.

6. Rezultatele generale

Metodele de determinare a limitei zăpezei în epoca glacială, s'au fixat de către BRÜCKNER, HÖFER şi KUROWSKI, citaţi de PARTSCH¹⁾. După metoda lui BRÜCKNER limita glacială a zăpezei se găsea pe panta sudică a platoului Bugecilor la 1900 m, după HÖFER la 2100 m. după KUROWSKI la 2000 m. Pentru panta de vest obţinem după metoda lui KUROWSKI 1800 m, iar pentru panta de nord 1700 m.

Glaciaţiunea regiunii Bucegilor s'a mărginit la văile: Mălăieşti, Ţigăneşti, Urlătoarea, Gaura, Ialomiţa şi părţile superioare ale văilor Cerbului şi Morariu. Circurile acestor văi se grupează imediat în jurul platoului vârfului Omul, înalt de 2508 m. Gheţarii din epoca glacială au tăiat creştături adânci în masivul munţilor, totuşi n'au putut să distrugă caracterul de platou. Izbitoare este glaciaţiunea mică a spinării largi a Muntelui, care oferia destul spaţiu pentru îngrămădirea zăpezii veşnice şi totuşi purta numai un singur gheţar în valea Ialomiţei, pe când ramurile laterale, Doamnele şi Sugărilor, nu aveau gheţari. Marginea basinelului de alimentare a văii Doamnele ajunge până la 2300 m, cea a văii

¹⁾ JOSEPH PARTSCH, Die Hohe Tatra zur Eiszeit. Leipzig. 1923. p. 141.



Sugărilor până la 2400 m. Poate că în epoca glacială bazinele de alimentare ale celor două văi din urmă, erau mai restrânse, fiind bine schițate pe suprafața platoului, astfel că aici nu s'au putut strânge cantitățile de zăpadă necesare pentru întreținerea unui ghețar.

Faptul că nu toate văile Bucegilor purtau ghețari, face ca masivul acesta să fie într'adevăr un exemplu clasic pentru demonstrarea transformării văilor preglaciale de către ghețarii epocii glaciaie.

Deoarece numărul treptelor este cu totul diferit chiar în văile învecinate, se adevărește și aici concepția la care a ajuns DE MARTONNE în Tatra Mare ¹⁾, după care treptele nu au fost provocate prin fazele de retragere (pauze în retragere) ale ghețarilor, ci prin forma văii antiglaciale.

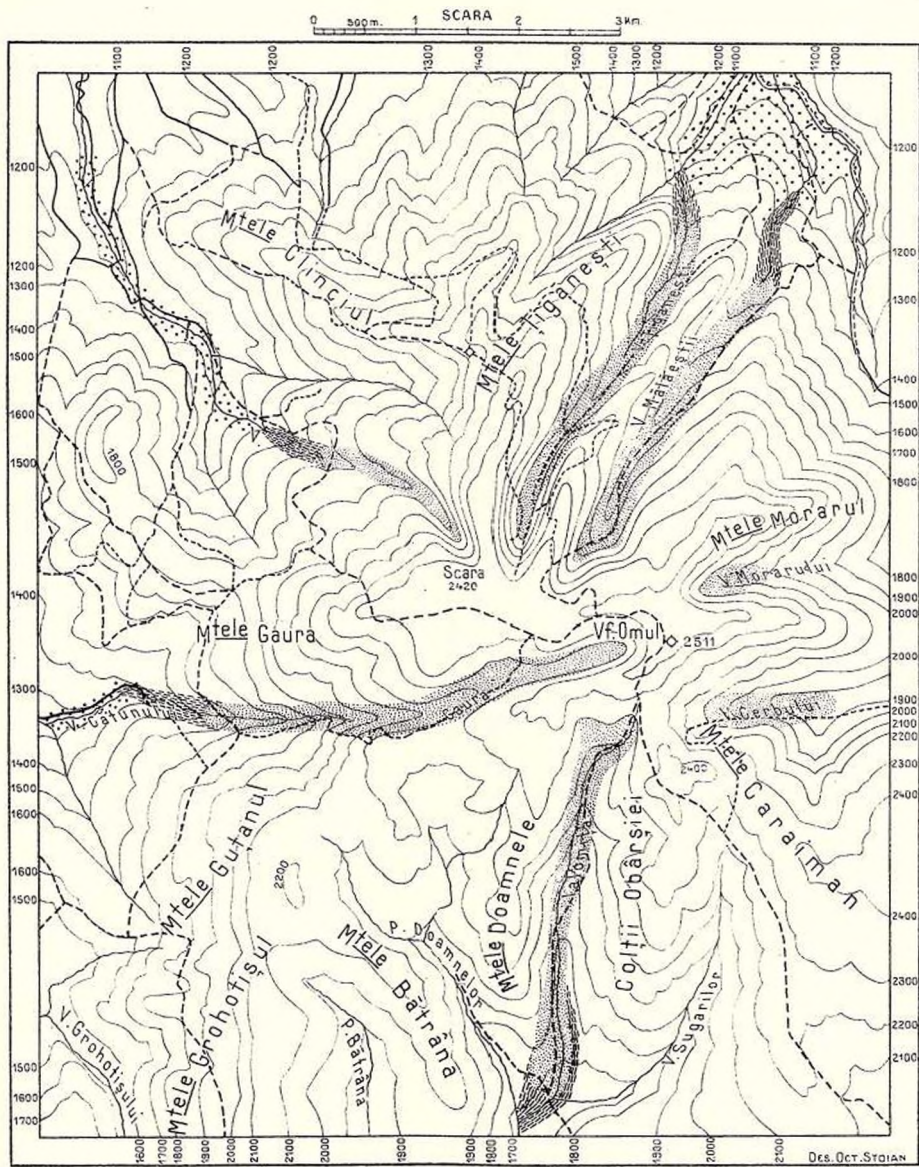
¹⁾ Citat la PARTSCH l. c. p. 191.





GHEȚARIILE DIN MUNȚII BUCEGI

DE H. WACHNER



Anuarul Inst. Geologic al Rom. Vol. XIV

LEGENDA

Impr. Atel. Inst. Geologic al Rom



Ghețar



Morenă



Prundiș fluvioglacial



Institutul Geologic al României

GLETSCHERSPUREN DES BUCEGI-MASSIVS

VON

HEINRICH WACHNER

(Auszug)

Gletscherspuren am Bucegi, dem am weitesten gegen Osten vorgeschobenen Gebirgsmassiv der Südkarpathen, wurden zuerst von De MARTONNE festgestellt, weitere hierauf bezügliche Beobachtungen teilen JEKELIUS, BEHRMANN und KREBS (Literaturverzeichnis im rumänischen Text) mit.

An dem in jähren Steilwänden zum Prahovatal abstürzenden Osthang weisen nur die Ursprünge des Morariu- und des Cerbultales je ein kleines Kar auf. Der Boden des letzteren liegt in 2180 m. Talab sind die Gletscherspuren durch die hier äusserst wirksame Erosion und Abtragung verwischt worden.

Die Nordseite des Bucegi wird gegliedert durch die Glazialtäler Malaiești und Țiganești. Der Malaiești—Gletscher reichte bis 1350 m herab. Die Endmoräne hat an der steilen Gebirgslehne die Form einer Bergwerkshalde, es konnte sich hier kein Zungenbecken entwickeln. Abgerollte Blöcke von Glazialschutt bedecken den ganzen Hang bis zu dem am Fuss des Gebirgsmassivs gelegenen Elektrizitätswerk. Das Trogtal hat Stufen in (oberer Rand) 1500, 1550, 1720, 1860 und 2050 m und beginnt mit einem Doppelkar. Auf der 1720 m Stufe bei der Schutzhütte liegt eine kleine Rückzugsmoräne. Der Malaiești—Gletscher hatte eine Gesamtlänge von 4 km.

Die Endmoräne des Țiganeștigletschers liegt in 1400 m. Stufenbildungen fehlen hier fast vollständig, in 1600 m ist eine solche nur gerade angedeutet. In 1860 ist eine Rückzugsmoräne zu beobachten. Der Boden des Ursprungskars liegt in 1960 m und weist besonders schöne Rundhöcker auf. Eine kreisförmige Vertiefung des Karbodens birgt einen kleinen Teich. Das Karbecken ist talab durch eine Schwelle von anstehendem Gestein (Konglomerat der oberen Kreide) abgeschlossen, unterhalb welcher Reste der linken Seitenmoräne vorhanden sind.



An der Westseite des Bucegi waren die Täler *Urlătoarea* und *Gaura* vergletschert. Im ersteren liegt der untere Rand der auch hier haldenartig ausgebildeten Endmoräne in 1360 m, ihre Krone in 1650 m. In 1720—1810 m sperrt eine mit senkrechten Wänden abstürzende Stufe das Trogtal, deren oberer Rand von 2 Rundhöckern gekrönt wird. Weiter oberhalb folgen 2 treppenförmig übereinander angeordnete Kare. Der Boden des obersten liegt in 1960 m. Unzugängliche Felswände steigen von hier zum Gipfel Scara (2420 m) an.

Das Glazialtal der *Gaura*, dessen von senkrechten Wänden eingefasster Trog vom Guşanrücken gut zu überblicken ist, beginnt mit einem regelmässigen halbrunden Kar (2170 m) unter dem Omugipfel (2508 m). Über eine Steilstufe gelangt man auf das zweite Glied der Kartreppe (2075 m), ein ovales Becken, das bei 300—400 m Breite und 1 km Länge ein Gefälle von nur 50 m aufweist. Der gegenwärtige Talweg ist darin 10 m tief eingeschnitten. Jugendliche Erosion hat die am unteren Ende befindliche 5 m hohe Schwelle von anstehendem Kreidekonglomerat zersägt und dadurch den ehemals dahinter befindlichen See trocken gelegt. Das unter der 300 m hohen Steilstufe gelegene dritte Karbecken hat an seinem unteren Ende eine etwa 20 m hohe, von anstehendem Tithonkalk gebildete Schwelle, worauf ein hausgrosser Konglomeratblock liegt, der nur durch Eistransport dahin gelangt sein konnte. In die unterhalb folgende Stufe hat der Bach eine 10 m tiefe Klamm eingeschnitten. Der letzte Abschnitt des Trogtales zeichnet sich durch besonders grossartige 300 m hohe senkrecht abfallende Seitenwände aus. Der obere Rand der Endmoränenhalde liegt in 1500 m. Im Bacheinschnitt reicht Moränenschutt bis 1360 m herab.

Auf dem weiten, sanft nach Süden geneigten Gipfelplateau des Bucegi-massivs, das die Ansammlung von Schneemassen besonders begünstigte, trug nur das Ialomişatal einen Gletscher. In dessen Nebenästen Valea Doamnelor und V. Sugarilor, die nach BEHRMANN ebenfalls vergletschert waren, sind nicht die geringsten Spuren von glazialer Morphologie zu entdecken. Das Ialomişatal beginnt mit einem Doppelkar, dessen Boden in 2300 m liegt. Nur eine einzige Steilstufe (1940—2140 m) ist vorhanden, über welche der Bach in einem Wasserfall abstürzt. Der Ialomişagletscher hatte eine Gesamtlänge von 5 km. Der gut erhaltene Endmoränenwall liegt in 1720 m und überragt den Boden des Zungenbeckens mit etwa 20 m. Durch die linke Seitenmoräne, auf welcher der Turistenweg von casa Peştera zum Omu verläuft, wurde das Nebental Sugarilor abgedämmt.

Die Vergletscherung des Bucegi—Massivs beschränkt sich auf die höchsten um den Omugipfel (2508 m) gruppierten Gebirgsteile. Durch die eiszeitlichen Gletscher wurde besonders die Nord- und Westseite tief ge-



kerbt, der Plateaucharakter blieb jedoch erhalten. Die relativ geringe Vergletscherung der breiten Rückenfläche ist wohl durch ihre nach Süden gerichtete Abdachung und dadurch bewirkte starke Insolation zu erklären. Die eiszeitliche Schneegrenze lag auf der Südseite nach Kurowskis Methode in 2000 m., auf der Westseite in 1800 m, am Nordhang in 1700 m.





NOTĂ PRELIMINARĂ
ASUPRA
CERCETĂRILOR PALEOLITICE FĂCUTE ÎN ARDEAL
ÎN CURSUL ANULUI 1928
DE
Dr. MARTIN ROSKA¹⁾

Cu subvenția ce mi s'a acordat de Institutul geologic al României am putut face cercetări în hotarul comunei Sita (jud. Trei Scaune), în peștera dela Cioclovina (jud. Hunedoara), în peștera de pe Bordu Mare de lângă comuna Ohabaponor (jud. Hunedoara), la Josășel (jud. Arad) și în hotarul comunelor Basarabasa și Brotuna (jud. Hunedoara).

Rezultatele obținute se referă în parte la Paleoliticul inferior, în parte la cel mijlociu și în parte la primul etaj cultural al Paleoliticului superior.

I. PALEOLITICUL INFERIOR

Cercetările referitoare la acest etaj cultural s'au executat la Josășel (jud. Arad) și Basarabasa-Brotuna (jud. Hunedoara).

A) **La Josășel.** Încă dela 1925 am dat de primele urme paleolitice inferioare în albia râului numit Părăul Creminoși, în malurile sale aluviale, apoi pe terasa numită Dealu Rofi, cuprinsă între două isvoare, din care isvorăște Părăul Creminoși, la poalele dealului Mizeș. Urmele dela suprafață m'au condus spre Vest de izvorul dela dreapta, pe panta numită Plopăt și de aici pe terasa cea mai înaltă, în care se continuă Plopătul și care se numește Cocini. Spre Vest depe Cocini, pe panta numită Prosele, care duce în valea râului Josășelului, pretutindeni am putut constata semnele prețioase ale muncii omului din Paleoliticul inferior.

Aceasta se datorește faptului, că aici opalul comun, ca material brut,

¹⁾ M. ROSKA: Le paléolithique inférieur en Transylvanie, Bul. de la Soc. de Sciences de Cluj, Tome III, p. 67—74. Idem: Le paléolithique inférieur de Zimbru, ibidem, Tome IV, p. 35—37. Idem: Die Spuren der La Micoque-Kultur in Siebenbürgen, Die Eiszeit, Bd. III, Leipzig 1926. Idem: Rapport préliminaire sur les fouilles archéologiques de l'année 1925. Dacia, II. București 1925. pp. 400—416.



se află într'o cantitate considerabilă. Dealul Rofi și Plopătul sunt pline de lezezi și de bolovani mai mari sau mai mici, iar pe Cocini se pot observa blocuri mari foarte dese. Pe lângă opal se mai găsește jasp, chalcedon și cuarț alb.

Regiunea aceasta aparține munților Moma-Codru. În ea se pot constata toate formațiunile dela Perm până la aluviu. Pe acest teritoriu s'au produs două perioade mari de erupție, una în Perm-Trias, ale căreia produse sunt melafirul, diabazul și tufurile lor, cealaltă în Miocen și aceasta a produs andezit și tuf andezitic. Ca fenomene postvulcanice au fost în activitate aici niște izvoare calde, din cari s'au depus în mai multe puncte opalul comun nu numai în jurul comunei Josășel, ci și mai sus: la Basarabasa-Brotuna, Prevaleni, Valebrad, etc. Din lipsa unui material mai potrivit (silex) omul paleolitic a căutat locurile, unde se găsea opalul și s'a apucat la muncă, dovadă sunt atelierele mari, ce se pot constata în părțile acuma amintite. Opalul s'a depus pretutindeni pe tuf andezitic, iar acest tuf s'a așezat pretutindeni pe diabaz. Numai la Valemare (jud. Arad, spre Nord de la Josășel) se găsește opalul în vecinătatea diabazului. Lespezile și blocurile de opal sunt cuprinse într'o argilă brună, gălbuie, sau roșiatică. În această argilă nu se poate constata o stratificare și nu conține resturi organice. O oarecare stratificare se poate constata numai prin schimbarea culorii.

În anii 1925 și 1926 am cercetat albia râului Păr creminoși, malurile lui, și terasele Dealul Rofi, Plopătul, Cocinile, Procelele, adunând un material important, apoi pe baza informațiilor primite dela țărani despre proveniența cremenei am reușit să stabilesc stațiuni și ateliere noi la Valemare (spre Nord dela Josășel) la hotarele Dudaiu și Gruiu, în hotarul comunei Zimbru (spre Nord de Josășel, jud. Arad) în valea așa numitului Păr. Creminoși, iar luând în considerare datele lui ANTON KOCH, am mers mai sus pe valea Crișului Alb și pe când la Aciuța și Răstoci (jud. Arad) n'am găsit decât niște urme răzlefe, în hotarul comunelor Basarabasa și Brotuna, pe terasa numită Coastea Cremeni sau Dealul Creminoși am dat de un nou atelier și de mine paleolitice. O explorare sistematică însă n'am putut s'o fac decât în anul 1927 prin adâncirea unor sondaje pe Cocini și la Valemare.

Din materialul adunat, mai ales din bogatele serii de unelte găsite în albia râului Păr. Creminoși și în malurile lui, am ajuns la rezultatul, că aici avem a face cu resturile culturale chelléene și acheuléene și tot aici este reprezentat și faciesul cultural „*La Micoque*”.

Această determinare am făcut-o pe baza tehnicei și a tipologiei.

Pârăul Creminoși izvorește, precum am amintit, la poalele dealului vulcanic Mizeș. Are o lungime cam de 6 Km. și s'a adâncit în tuf andezitic. În cursul vremurilor a putut transporta cu sine o cantitate



enormă de material brut și de produse. Acest material prețios, în parte s'a răspândit în albia lui, iar în parte a trecut în albia Crișului Alb și s'a pierdut definitiv.

Intreg materialul științific scos din albia râului e mai mult sau mai puțin rostogolit, modificat, tot așa și materialul scos din malurile lui. Se înțelege de sine, că produsele adunate depe suprafața teraselor, fiind expuse atâta vreme schimbărilor climaterice, etc., au suferit deasemenea modificări, schimbări de culoare, descompuneri naturale, etc., totuși s'au putut stabili toate tipurile principale ale Chelléenului și unele din etajul Acheuléen. Astfel m'am simțit îndreptățit, ca deocamdată să le determin ca chelléene, apoi după ce am reușit să-mi procur și material mai nou am atribuit o parte din produsele mai perfecționate etajului Acheuléen.



Fig. 1. Spintecător migdaloid din albia râului Părăul Creminoși.
Coup de poing amygdaloid, lit de la riviére Părăul Creminoși.



Fig. 2. Spintecător ovoid din albia râului Părăul Creminoși.
Coup de poing ovoid, lit de la riviére Părăul Creminoși.

Astfel sunt produsele de tip. „*La Micoque*”, considerate astăzi ca aparținând la Acheuléenul superior. Eram însă adânc convins, că această determinare provizorie se va putea verifica numai prin săpături sistematice. Aceste săpături le am făcut în parte cu mijloacele date de Inst. geologic al României.

Spintecătorul (coup de poing, Faustkeil) migdaloid, (fig. 1) cel ovoid ne-complect lucrat (fig. 2), discul (fig. 3) spintecătorul conic, discoid (fig. 4) apoi

sumedenie de produse accesorii, mai ales rĂzĂtoarele, mi-au fĂcut deja

În primul an
impresia, cĂ
am de a face
cu faciesul
chellĂen. In al
doilea an, În
1926, dupĂce
albia rĂului ia
fost puternic
scormonitĂ și
a eșit la su-
prafațĂ omare
cantitate de
material brut
și de produse,
s'au lĂrgit ca-
drele Într'un
mod Îmbucu-
rĂtor. Atunci
am gĂsit pri-
mele spinte-

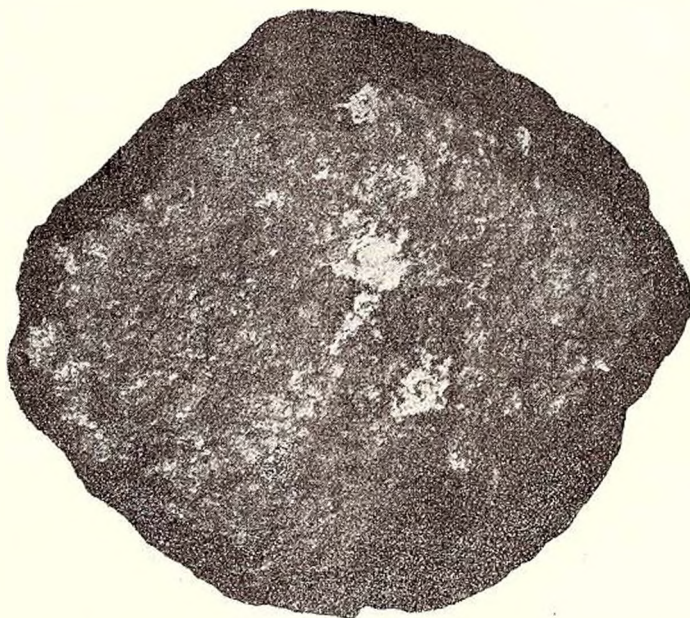


Fig. 3. Unealtă discoidă din albia râului Părăul Creminoși.
Coup de poing discoid, lit de la riviere Părăul Creminoși.

cĂtoare ovale cu trĂsĂturi tech-
nice acheulĂene și tot atunci
au ieșit la suprafațĂ și pro-
dusele de faciesul „La Mi-
coque”.

Tot ce s'a gĂsit În albia
rĂului și În malurile lui s'a
transportat de apĂ de pe Dealu
Rofi, (fig. 5) depe PlopĂt (fig. 6)
și Cocini. Aici a trebuit deci
sĂ caut eventualele stații,
ori ateliere. Numai aici, deoa-
rece pe malurile diluviale dea-
lungul pĂrĂului n'am dat de-
cĂt de niște urme rĂzlețe,
ajunse aici prin diferite cĂi
din pĂrțile de mai sus. Ca Îm-
prejurare externĂ mi s'a pĂrut
favorabilĂ și partea dela gura



Fig. 4. SpintecĂtor conic din albia râului
Părăul Creminoși.
Coup de poing conique, lit de la riviere
Părăul Creminoși.

văii, însă toate cercetările întreprinse pe aici, au rămas fără rezultat, fapt care se datorește lipsei de material brut, care, precum știm din cele explicate, se află în situ numai în jurul izvoarelor pârâului.

Am săpat șase gropi de câte 4m² pe Plopăt. Succesiunea stratelor întâlnite e următoare: sus un strat de argilă gălbuie de o grosime de 38,45 și 60 cm. care era plină de bolovani și lespezi de opal, de multeori reprezentate prin bucăți impunătoare, între ele o cantitate enormă de sfărâături din fabricare, de nuclei întrebuințați ca pietre de lovit și de produse pe jumătate gata. Sub acest strat era așezat un doilea tot din argilă, însă culoarea ei era sură

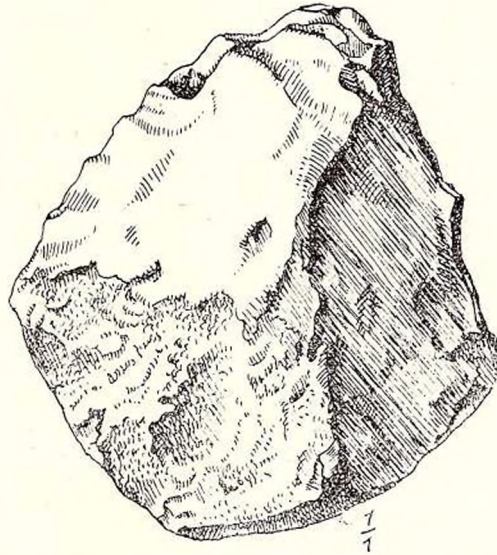


Fig. 5. Spintecător triangular de pe Dealu Rofi.
Coup de foing triangulaire, Josășel, Dealu Rofi.

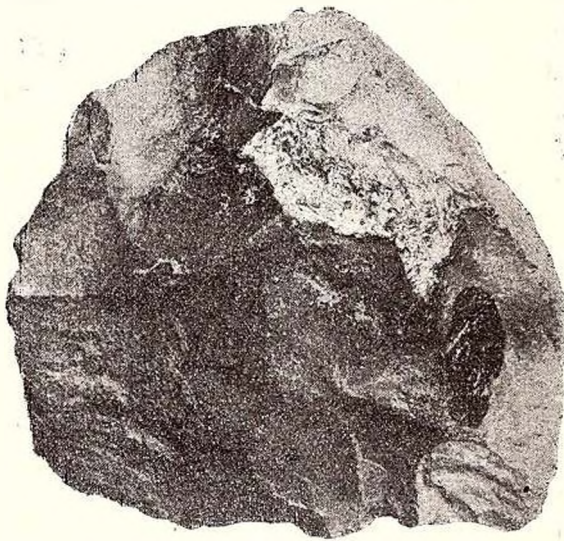


Fig. 6. Răzător semicercual, Plopăt.
Racroir demi-circulaire, Josășel, Plopăt.

cioplit în mari trăsături unelte și armele sale. De urme de altfel de viețuire și de muncă n'am dat pe aici, ceea ce nu înseamnă, că în viitor,

gălbuie. Grosimea stratului era de 38,50 și 55 cm. Conținutul era acelaș. Bazându-mă pe variarea culorii argilei, am stabilit și un al treilea strat, a căruia argilă avea o culoare galbenă roșiatică, pe care l-amsă pat până la o adâncime de 59, 90, și 115 cm. Avea acelaș conținut.

Examinând toate fenomenele fixate în cursul săpăturilor, e incontestabil, că aici avem aface cu niște ateliere și numai cu ateliere, unde omul paleoliticului inferior și-a

continuând săpăturile acestei păși, nu vom, găsi și urmele de foc și de hrană (fauna).

Cercetând materialul ales pentru păstrare, deja din stratul inferior se poate alege o serie considerabilă de produse lucrate grosolan, formate numai prin câteva cioplituri, cu o patină adâncă și cari în cursul vremurilor a suferit o descompunere la fața locului, în argila unde a zăcut. Ne face impresia produselor préhelléene (fig. 7). Se distinge clar de aceasta o altă serie de produse, care e formată în mari trăsături dintr'un opal mai bun, mai puțin expus schimbărilor climaterice. Cu toate că nu sunt decât pe jumătate gata, se poate totuși distinge între ele tipurile



Fig. 7. Spintecător de caracter préhelléen, Plopăt, stratul inferior.
Coup de poing de caractere préhelléen, Plopăt, couche inf.



Fig. 8. Spintecător pe jumătate gata, Plopăt, stratul superior.
Coup de poing en partie taillé, Plopăt, couche supérieure.

următoare : spintecătorul migdaloid, ovoid, cel oval, apoi spintecătorul triangular și cel triangular redus. S'au găsit și discuri grosolan cioplite, răzătoare semicirculare, ovale și cu spatele înalt, lame-răzătoare și un fel de răzător care are forma tăișului cușitului.

Aceleaș fenomene se repetă și în stratul mijlociu, cu deosebirea, că aici materialul brut e mai bine ales și produsele cu caracterul préhelléen dispar, iar în ce privește lucrarea prealabilă s'au aflat bucăți cu urme de cioplire mai perfectă.

Aceleași tipuri le găsim și în stratul superior, (fig. 8 și 9.). Materialul

scos din acest strat ne arată, că în alegerea lui omul a fost precaut și nu s'a mulțumit cu orișice fel de opal. Cel dela suprafață nu s'a întrebuințat deloc, ci numai materialul brut scos din pământ, care și-a păstrat caracteristicile sale bune de crepare și de posibilitatea fasonării. Intre produsele deabia formate, se găsesc, mai bine și mai minuțios cioplite, spintecătoarele ovale și triangulare, iar cele triangulare reduse sunt mai numeroase și ne surprinde marele număr al discurilor.

Cel ce e versat în paleoliticul inferior, ne-ar putea pune întrebarea : unde sunt spintecătoarele lanceoide? ; întrucât spintecătoarele triangulare reduse sunt de tipul *La Micoque*? ; unde sunt și semispintecătoarele cu spatele înalt?

Lipsește cu desăvârșire. Numai în stratul inferior s'au găsit două exemplare, dintre care unul cu mare bunăvoință s'ar putea considera ca semispintecător, iar celălalt ca spintecător lanceoid, însă forma lor a putut proveni și într'un mod accidental.

Cu toate acestea produsele cioplite din material mai bun nu se pot data mai jos, decât în etajul Acheuléenului superior, iar seria cu caracter préchelléen trebuie să fie mai veche, cu toată verosimilitatea chelléenă. Subepoca încă nu se poate fixa, deoarece avem a face cu niște produse scoase din ateliere, cari au căpătat o prelucrare mai perfectă la locul unde a găzduit omul paleolitic ale cărui rămășițe culturale sunt aici descrise.

Seria de produse cu caracter chelléen, respectiv préchelléen, ușor s'a putut amesteca într'un atelier de mare estindere, cum a fost Plopătul, cu produse mai tinere.

În această determinare mă simt legat de spintecătoarele triangulare reduse, despre cari există azi două păreri : cei mai mulți savanți susțin, că sunt contemporane cu Acheuléenul superior, iar HAUSER le așează între Moustérien și Aurignacien și origina lor o caută în Orient.

E de remarcat, că suprafața atelierului a stat multă vreme expusă soarelui și schimbărilor climaterice, astfel se pricepe ușor că materialul expus acestor schimbări s'a modificat mai mult sau mai puțin.



Fig. 9. Spintec. pe jumătate gata, Plopăt str. super. Coup de poing, en partie taillé, Plopăt, coche super.

Acesta însă se distinge bine de materialul săpat din argilă, care și-a păstrat caracteristicile sale într'un mod excelent.

Pe terasa numită Cocini succesiunea se prezintă astfel: sus avem un strat de argilă galbenă de o grosime de 33, 47, 80 cm., sub ea urmează un al doilea strat, însă de argilă roșiatică.

Pe când în stratul superior găsim toate fenomenele bogate ale unui atelier acheuléen, (fig. 10, 11), stratul al doilea cuprinde resturile culturale ale straturilor mijlociu și inferior de pe Plopăt.

Deocamdată nici aici n'am putut merge până la fundul stratului, aceasta va fi o lucrare a viitorului.

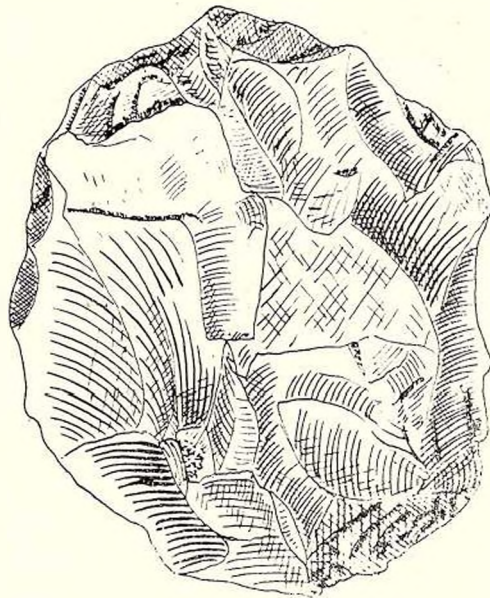


Fig. 10. Spintecător acheuléen oval, pe jumătate gata, Cocini.
Coup de poing acheuléen, oval, en partie taillé, Josășel, Cocini.



Fig. 11. Disc acheuléen pe jumătate gata, Cocini.
Disque acheuléen, en partie taillée, Cocini.

B) **Basarabasa-Brotuna.** În hotarul comunelor **Basarabasa-Brotuna-Ociu**, pe terasa dreaptă a Crișului Alb, la locul numit **Coastea cremeni** (fig. 12) în anul 1926 am dat de atelierul paleolitic inferior și de niște mine contemporane ¹⁾. (Fig. 13 și 14).

Opalul comun de o culoare albă se găsește aici în situ în cantitate foarte mare. Terasa e acoperită pe unele locuri de o pădure deasă, care se întinde uneori chiar până în interiorul minelor.

¹⁾ M. ROSKA: Das Altpalaeolithikum von Baszarabasz-Brotuna in Siebenbürgen. Die Eiszeit, Bd. IV. Leipzig 1927.

Minele acestea au o formă ovală. La un capăt al ovalului s'a mai adâncit uneori un fel de intrare în adevărata mină. Marginea lor e totdeauna ridicată. Această ridicătură se datorește materialului brut scos

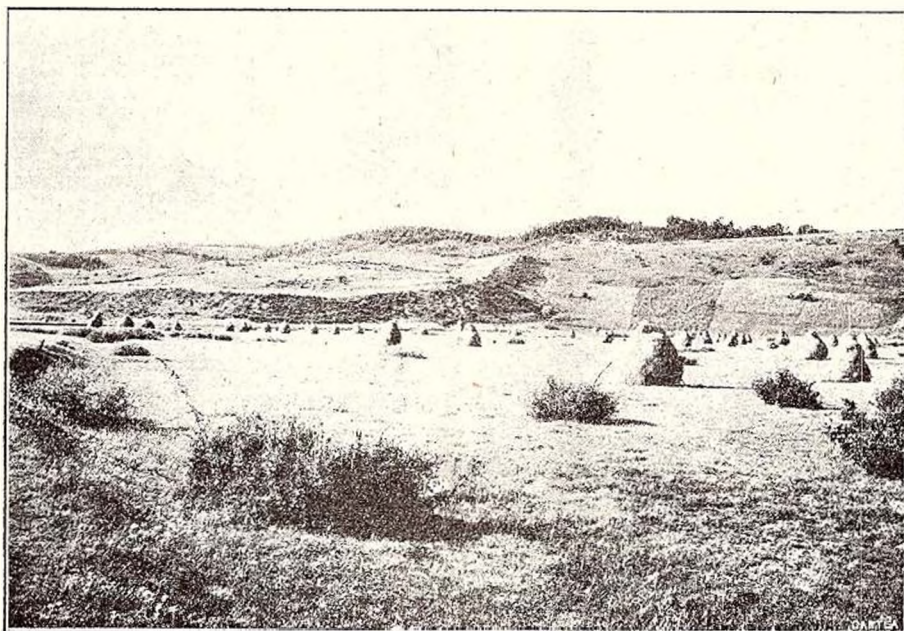


Fig. 12. Coastea cremeni din hotarul comunelor Basarabasa-Brotuna.
Coasta cremeni p'res Basarabasa-Brotuna.



Fig. 13. Spintecător migdaloid, chelléen
ori acheuléen depe Coastea Cremeni.
Coup de poing amygdaloid chelléen, ou
acheuléen, Coastea Cremeni.



Fig. 14. Spintecător oval, chelléen, ori
acheuléen, depe Coastea Cremeni.
Coup de poing oval, chelléen' ou acheu-
léen, Coastea Cremeni.

din mină și aruncat afară, apoi resturilor de fabricare, ceea ce ne dovedește clar, că acest material s'a prelucrat aici în mod mai grosolan, iar lucrarea definitivă, prin care produsele paleolitice au căpătat o formă

mai hotărâtă și trăsături tehnice mai îngrijite, s'a executat altundeva acolo, unde au locuit oamenii paleolitici din părțile acestea.

Descoperirea totală a acestor mine nu s'a putut încă executa, deoarece această muncă cere multă atenție ca să putem fixa în cursul descoperirii toate fenomenele ce s'au putut observa la astfel de mine, de exemplu în Franța și Belgia. Munca e cu atât mai gîngășă deoarece este lucru cunoscut, că astfel de mine s'au constatat și în epoca mesolitică, în așa numită subepocă campignyenă.

Ca și în Franța și Belgia și aici am constatat, că o parte din material scos și prelucrat la marginea minelor, precum și o considerabilă cantitate



Fig. 15. Spintecător ovoid cheléen, ori
acheuléen, Coasta Cremeni.
Coup de poing ovoid, chelléen, ou
acheulléen, Coasta Cremeni.



Fig. 16. Disc de pe Coasta Cremeni.
Disque Coasta Cremeni.

de material brut din pereții minelor, au căzut în fundul lor împreună cu resturi de fabricare.

Materialul obținut de aici s'a adunat în parte de la suprafață, de pe marginea minelor și din mine. Am tras și un șanț pe marginea terasei și am constatat, că produsele paleolitice inferioare zac aici într'un strat de argilă galbenă de o grosime de 45 cm. Sunt amestecate cu toate resturile de fabricare și de material brut, așa, că situația se prezintă aici ca și pe Plopăt. Sub acest strat se află unul compus din argilă roșiatică. Acesta este însă de cercetat prin săpăturile, ce se vor executa aici în viitor. Sperăm, că tot prin aceste săpături vom da și de locul de găzduire, de ședere al paleoliticianilor, cari și-au adâncit minele de aici și și-au format uneltele și armele deocamdată numai prin niște ciopliri superficiale. Produse gata rar se găsesc și aici.

Determinarea acestor produse nu se poate face nici aici, decât pe

baza tipologiei și a tehnicei, deoarece ne lipsește călăuzul cel mai fidel, cel mai sigur : fauna.

Avem și aici spintecătoare migdaloide, ovoide (fig. 15), triangulare, triangulare reduse, în număr mai mic semi-spintecătoare, discuri, (fig. 16) apoi răzătoare de acelaș tip, ca la Josășel.

O parte a produselor aparține etajului chelléen, cealaltă celui acheuléen. O detreminare mai completă se va face în cursul continuării cercetărilor.

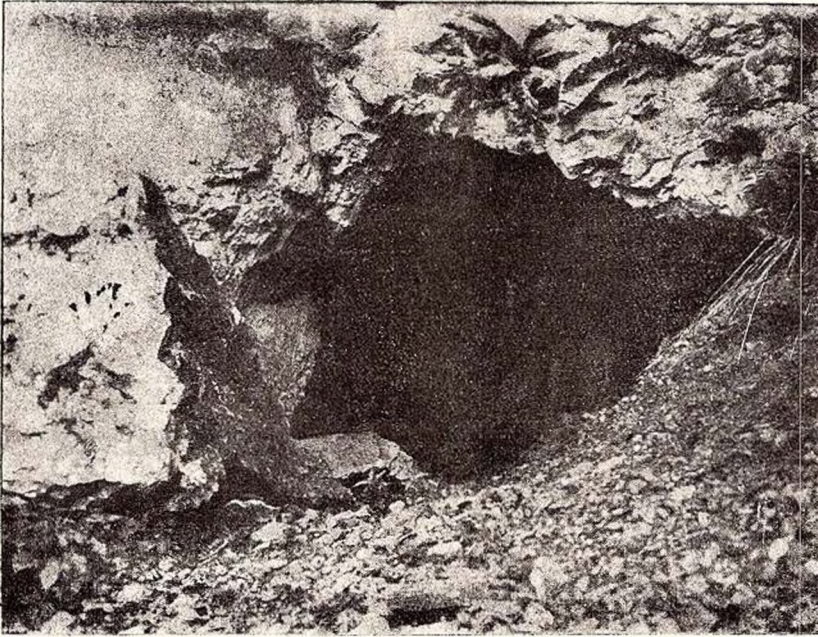


Fig. 17. Gura peșterii din Cioclovina.
L'entrée de la caverne de Cioclovina.

De pe această terasă a ajuns material mult pe o terasă mai scundă dela poalele terasei numită Coastea Cremeni Aceasta se numește Vârtoape. Prin cercetările din viitor e de stabilit, dacă materialul găsit pe aici e de o valoare secundară, sau s'a întâmplat cazul, că o parte din materialul brut obținut de pe Coastea Cremeni, s'a prelucrat mai departe, aici la Vârtoape.

II. PALEOLITICUL MIJLOCIU

Resturile culturale de faciesul moustérien le-am găsit la intrarea peșterii dela Cioclovina și depe Bordu Mare de lângă comuna Ohabaponor, amândouă în jud. Hunedoara.

A) In peștera dela Cioclovina ¹⁾ (fig. 17) am început săpăturile încă în anul 1911. Le-am continuat în anii 1921, 1924, 1925, 1926, 1927. lucrând întâiu în mijlocul peșterii, de unde am procurat material îndestulător moustérien tipic, aurignacien inferior și mijlociu, apoi am săpat în actuala intrare a peșterii, unde la o adâncime de 70 de cm. am con-

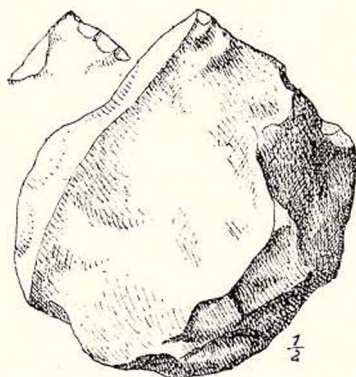


Fig. 18. Vârf de lance dela gura peșterii, Cioclovina. Pointe moustérienne, l'entrée de la caverne de Cioclovina.

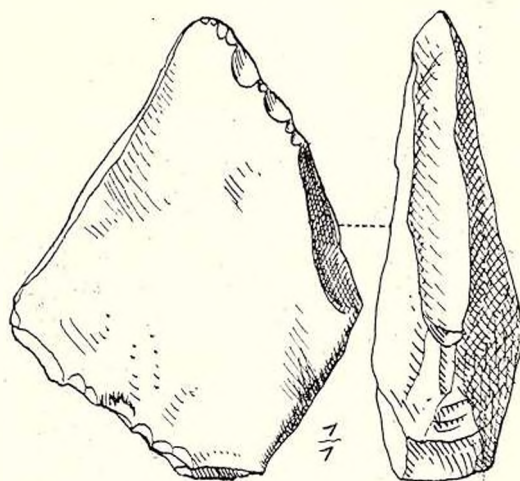


Fig. 19. Vârf de lance dela gura peșterii, Cioclovina. Pointe moustérienne, l'entrée de la carne de Cioclovina.

¹⁾ ROSKA M.: A diluviális ember nyomai a csoklovinaui Cholnoky-barlangban. Traces de l'homme diluvien dans la caverne Cholnoky à Csoklovina, Dolgozatok-Travaux 1912. pp. 201—249.

GOETZINGER: Die Phosphathöhle von Csoklovina, in Siebenburgen. Mit einer Karte und 6 Abbildungen im Text. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien, LXII No. 7 Wien 1919.

SCHIRETER ZOLTAN: A csoklovinaui barlang (Die Höhle von Csoklovina) Barlangkutató-Höhlenforschung, V. Budapest 1917 pp. 175—191. 211—219.

HORUSITZKY H.: A csoklovinaui barlang foszfortartalmu anyaga (Das phosphorhaltige Material der Höhle bei Csoklovina), ibidem VI. 1918 29—37, 74—76.

HALAVATS GYULA: A hunyadmegyei Ujgredistye, Lunkány. Hátszeg környékének földtani viszonyai. A m. kir. Poldtani Intezet Evi Jelentése 1898-rol, p. 96.

ROSKA M.: Săpăturile din peștera dela Cioclovina. Publ. Comisiunii Monum. Ist. Secțiunea pt. Transilvania II. Cluj 1923.

ROSKA M.: Rapport prélimin. sur les fouilles Arch. de l'année 1925. Dacia II. București 1925. pp. 400—416. Idem: Az ősrégészeti kézikönyve, I. A régibb kőkör. Manualul preistoriei generale, I. Epoca paleolitică, Cluj 1926 pp. 315—319. — Idem Recherches sur le paléolithique en Transylvanie, Bul. de la Soc. de Sc. de Cluj, Tome II p. 183—192.

H. BRÉUIL: Stations paléol. de Transylvanie, ibidem pp. 193—217.

statat o vatră de foc, pe care și pe lângă care s'a găsit resturile culturale ale Moustérienului tipic, în parte de alt facies, ca în mijlocul peșterii. Produsele sunt formate din cuarțit și calcar cristalizat

Am cercetat întâi clarificarea micii terase, ce se poate constata înaintea intrării peșterii noastre (fig. 20). Am tras un șanț de 8 m. lung și spre afară de 3 m. larg, iar spre intrare lățimea lui nu era, decât de 2 metri. Până la o adâncime de 70 de cm. n'am găsit nimic. Aici însă am dat de continuarea vetrii de foc și am adâncit stratul până la un metru.

Acest strat constă din argilă roșie amestecată cu pietre de var mai mici și mai mari, e într'atâta umed, încât numai cu mare trudă și atenție am putut scoate la suprafață resturile culturale ale Moustérienului tipic (mijlociu), (fig. 18—20) însoțit de resturile ursului de peșteră, aceste resturi însă erau în stare deplorabilă, așa, că din ele nu s'a putut păstra nimic.

O continuare a cercetă-

rilor aici, cu toate că lucrul e foarte periculos și costisitor, deoarece tot mereu cad bucăți de stânci depe streșina intrării, iar dela dreapta suntem amenințați de marea cantitate de argilă amestecată cu pietre de var, ce își ia cale spre intrarea peșterii, zic o continuare a lucrului e cu atât mai mult de dorit fiindcă prin munca aceasta se deschide, se lărgeste gura peșterii și ne conduce într'o sală până acuma ascunsă dinaintea ochilor cercetătorilor și care trebuie căutată.

B) În dealul de calcar numit **Bordu Mare**, deasupra comunei Ohaba ponor e o peșteră mică¹⁾. Descoperirea acestei peșteri am început-o împreună cu D-l IOSIF MALIASZ, directorul Muzeului județean din Deva, încă în anul 1923. De atunci în fiecare an lucrez aici. În ce privește resturile culturale, e cea mai bogată peșteră din Ardeal cunoscută până acuma. Lungimea ei este de 19 m., iar înaintea intrării se află o terasă de o lungime de cca 9 metri. (fig. 21—23.)

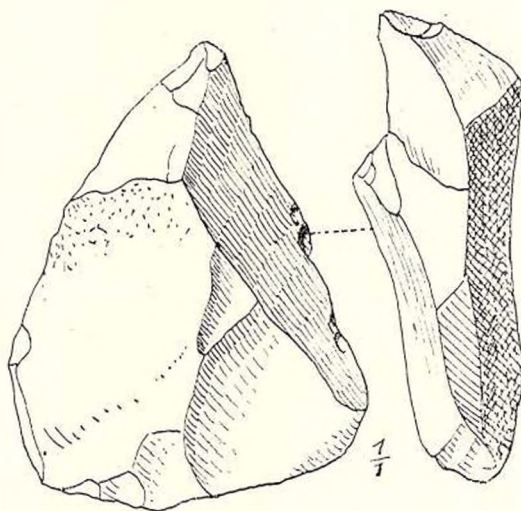


Fig. 20. Vâri de lance dela gura peșterii, Cioclovina. Pointe moustér. L'entrée de la caverne de Cioclovina.

¹⁾ M. ROSKA: Rapport préliminaire, Dacia II. pp. 400—416. — Idem: Az ősrégészet közlönyve. I. A. régibb kőkor pp. 320—322. — Idem: Rapport préliminaire Dacia III.

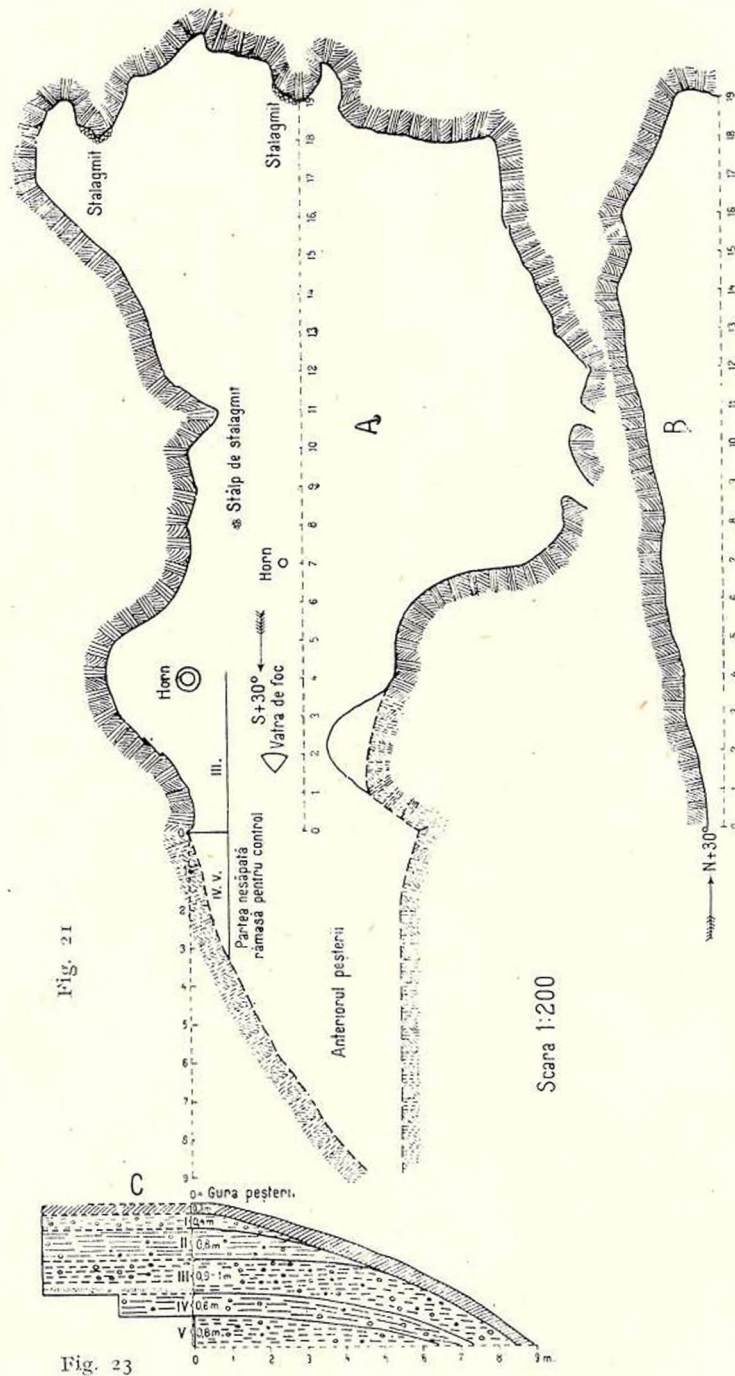


Fig. 21

Fig. 22

Fig. 23

Fig. 21. Planul peșterii din Bordu Mare dela Ohabaponor.
 1/2 Secția longitudinală a peșterii dela Ohabaponor.

Fig. 22. Secția longitudinală a peșterii dela Ohabaponor.
 1/2 Secția longitudinală a peșterii dela Ohabaponor.

Fig. 23. Straturile dela gura peșterii din Bordu Mare.
 Les couches de l'entrée de la caverne dans Bordu Mare

Sucesiunea stratelor la gura peșterii e următoare. (fig. 23). Sus avem un strat de o grosime de 30 cm. care conține resturi neolitice, aeneolitice și romane. Sub acest strat aluvial, holocen, s'au putut fixa mai multe straturi paleolitice.

Incepând de sus este un strat de o grosime de 40 cm., din argilă nisipoasă amestecată cu o mare cantitate de pietre de var mai mici, sau mai mari. Fauna ¹⁾ stratului: *Ursus spelaeus*, *Equus Abeli*, *Felis catus ferus*. Industria e în parte aurignacienă inferioară constatătoare din răzătoare și dintr'o sulă formată din os. Din stratul moustérien, ce zace sub el, au ajuns unele produse și în el.

Al doilea strat paleolitic are o grosime de 80 cm., constă din argilă nisipoasă amestecată cu pietre de var, consistența lui e cu puțin mai strânsă, decât a stratului dedeasupra. Fauna este reprezentată prin resturi de *Ursus spelaeus*, *Equus Abeli*. Industria stratului constă din produse moustériene tipice (mijlocii) însă e bătător la ochi, că atât acest strat, cât și cel de deasupra se prezintă cam sărac, cași cum viețuirea reprezentată prin ele n'ar fi durat un timp mai îndelungat.

Cu atât mai bogat e al treilea strat, care are o grosime de 90—100 cm. constă din argilă gălbuie-sură amestecată cu pietre de var. Consistența stratului e într'atâta de mare, că de abia se poate lucra în el. (fig. 23) Numai la bază e mai puțin consistent din cauză că argila s'a amestecat cu cenușa de pe vatra de foc, ce s'a constatat aici. (fig. 21). Fauna constă din resturi de: *Ursus spelaeus*, *Felis spelaea*, *Hyaena spelaea*, *Felis silvestris*, SCHREBFELD, *Equus ferus*, *Equus Abeli*, *Bos* sp. sau *Bison*, *Ovis argaloides* NEHRING, *Felis pardus*, *Cervidae*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Lutra lutra*. O parte din rămășițele faunistice așteaptă încă determinarea. Deasemenea și cărbunii adunați de pe vatra de foc.

Industria e extraordinar de bogată, are caracterul bine determinat al Moustérienului mijlociu, (fig. 24) având ca materie brută cuarțitul, apoi cremenea, jaspul și uneori s'au întrebuințat și aschiile de os de animal pentru formarea unor unelte și arme. Toate fenomenele fixate în cursul săpăturilor ne fac impresia, că la in-

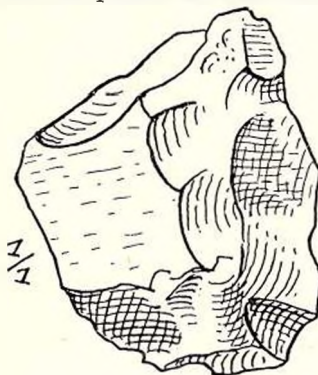


Fig. 24. Industr. moust. mijl. din str. III al peșterii din Bordu Mare.

L'industr. moust. typique dans la couche III, caverne dans Bordu Mare.

* ¹⁾ Determinarea resturilor amintite o datoresc prietenului dr. GAAL ȘTEFAN, paleontolog din Budapesta, care în trecerea sa prin Cluj în luna Septembrie a anului 1928, mi-a făcut plăcerea de a se ocupa pe scurt cu rezultatele obținute în cursul săpăturilor din 1928. Îi mulțumesc și aici pentru amabilitatea arătată.

trarea acestei peșteri a fost o adeărvată fabrică, un atelier pentru producerea diferitelor unelte și arme, cari erau în uz în această fază culturală. Astfel se înțelege și marea cantitate de cvarțit alb, de nuclei și căzături de fabricare. Resturile faunistice așa de bogate și variate, estinderea relativ mare a vetrei de foc, ne vorbesc clar despre durata mai îndelungată a viețuirii de aici. Până unde se extinde vatra de foc în peșteră, se va dovedi prin săpăturile din viitor. La un loc însă notat și pe planul peșterii am dat de un fel de clădire, de un fel de adăpost pentru jar. (fig. 21). Această clădire simplă s'a făcut din niște lespezi de var, așezate fără nici-o legătură una peste alta, în forma unui triunghi, ale căruia margini sunt de câte 60 cm. Adâncimea acestei construcții nu e decât de 14 cm. Aici s'a putut păstra jarul în cursul nopții, acoperit cu cenușă. Oasele de animal, ce se găsesc în jurul acestei clădiri, sunt arse.

Sub stratul descris avem un al patrulea strat de o grosime de 60 cm. constător din argilă gălbuie-sură, amestecată cu pietre de var. Consistența stratului nu e așa, de strânsă, ca al stratului al treilea. Resturile faunistice, ce s'au găsit până acuma în el: *Ursus spelaeus*, *Equus caballus* foss., deget de un carnivor, iar o parte din aceste resturi așteaptă determinarea de către un specialist. Produsele nu sunt nici de aproape așa de numeroase, ca în stratul al treilea; s'au fabricat din cvarțit și jasp. Cronologic aparțin Moustérienului mijlociu, determinare, ce numai în urma săpăturilor din 1928 s'a putut face, deoarece în cursul cercetărilor anterioare n'au eșit la suprafață toate detaliile, prin care s'ar fi putut fixa vârsta lor cu siguranță.

Al cincilea strat, de o grosime de 80 cm., constător tot din argilă nisipoasă gălbuie-sură și tocmai așa de consistent ca stratul al treilea, s'a prezentat steril în cursul săpăturilor, cari s'au executat aici până în 1928. Acum am putut constata, că și acest strat conține resturi, faunistice: oase intenționat crepate, care deocamdată nu sunt determinate, conține însă și un număr mai modest de produse moustériene tipice, așa că și acest strat, cași straturile II—IV ne-au păstrat urmele culturale ale etajului mijlociu al perioadei moustériene. Sub acest strat am constatat umplutura rămasă în urma apei, ce curgea prin peșteră înainte de a fi fost locuită. Pe reprezentanții culturii amintite apa i-a silit în repețite rânduri, să părăsească peștera în timpurile mai ploioase când prin hornurile acestei peșteri a trecut o cantitate așa de mare de apă, încât n'au mai putut sta în ea. După ce s'a ridicat vremea și materialul adus de apă (argila, pietrele, etc.) s'au așezat, paleoliticianii moustérieni s'au reîntors și s'au așezat iarăși în peștera aceasta, cafe era așa de favorabil așezată cu gura ei spre S + 30°, încât soarele îi încălzea de dimineață până ce apunea, iar pe de altă parte situația ei era și din punctul de vedere al apărării foarte potrivită.



III. PALEOLITICUL SUPERIOR

Urme de faza culturală a Paleoliticului superior au fost semnalate în comuna Sita situată la întorsătura Buzăului în jud. Trei Scaune. (fig. 25). La capul dinspre sud al comunei intrăm într'o vale îngustă, în așa numită Valea Cremenei, al cărui râuleț s'a săpat la poalele nordice ale dealului Negru. În acest deal atât cremenea, cât și jaspul și gresia opalizată se află în situ în cantități considerabile. În paleoliticul superior întreaga

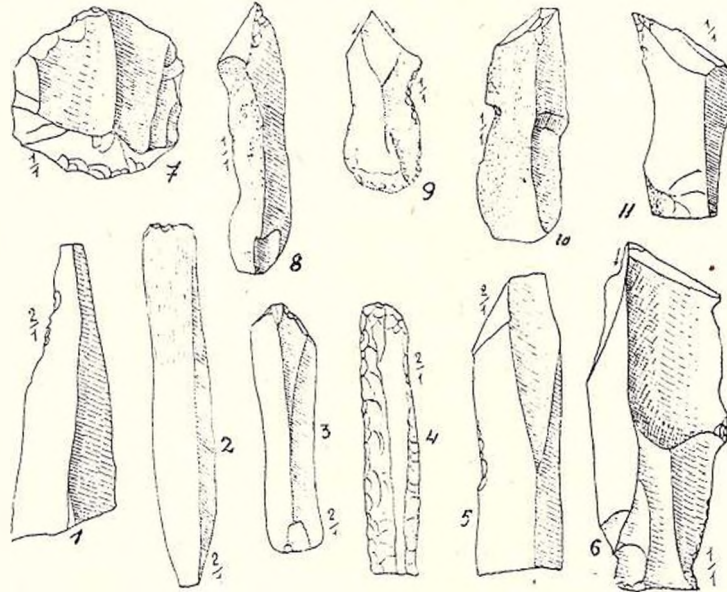


Fig. 25. Industrie aurignacienă mijlocie, Sita.
L'industrie aurignacienne moyenne, Sita.

regiune a putut fi locuibilă. Precum vom vedea, vânătorii Aurignacienului mijlociu și ai Solutréenului s'au stabilit aici, au deschis adevărate ateliere. Aceste ateliere se află pe terasa dreaptă, penultima a râulețului. D-l JULIU TEUTSCH din Brașov și d. J. GRĂP au dat aici de prima stațiune aurignacienă încă în anul 1911.

Locul, unde au lucrat d-nii TEUTSCH și GRĂP e deja surpat, astfel m'am hotărât să lucrez puțin mai la vale, tot pe terasa susnumită. Aici, în grădina lui Dinu Buzea, mi-am început primele cercetări încă în anul 1924 ¹⁾.

¹⁾ J. TEUTSCH: A magyarbodzai aurignacien (Das Aurignacien von Magyarbodza) Barlangkutatas (Höhlenforschung) II. 1914. pp. 51.—64. 91.—99.

H. BREUIL op. cit.

M. ROSKA: Recherches sur le paléolithique en Transylvanie, Bul. Soc. de Sc. Cluj, II. pp. 183—192.)—Idem: Recherches préhist. pendant l'année 1924. Dacia I. pp. 297—316.—Idem: Az ősrégészet kézikönyve I. pp. 332—334.)—Idem: Le solutréen en Transylvanie, Bul. Soc. des Sc. Cluj, III. pp. 193—196.

Tot în urma cercetărilor lui TEUTSCH am trecut și prin Crăciunești (un cătun mic, care și-a căpătat numele după familia Crăciun aici stabilită). Am cercetat terasa înaltă din această regiune, apoi pâraul și Valea Chichereului.

A) În grădina lui Dinu Buzea am lucrat în 1924 și în 1926. Terasa aceasta se ridică cu 5 m. deasupra terasei ultime, în care s'a tăiat valea râulețului. În 1928 s'a săpat o suprafață de 48 m². S'a constatat un singur strat de o grosime de 60 cm. constă din argilă lösoidă. În ea zac produsele aurignaciene mijlocii, amestecate cu o mulțime de bucăți de silex, deabia lucrate, de nuclei, căzături de fabricare, de produse pe jumătate gata. E foarte bătător la ochi, că produse de tot gata se află rar, ceea ce ne dovedește, că înainte de a fi fost inundată întreaga terasă, ce se continuă spre malul drept al Buzăului, vânătorii aurignacieni și-au mântuit tot, ce era mai prețios, sau făcând comerț de schimb cu produsele lor, a trecut aproape tot, ce era mai perfect, în mâna străinilor. Până în 1928 nu s'a aflat aici nici cel mai mic fragment de os, acum însă am dat de o măsea de *Equus caballus*, un fenomen, care ne îndreptățește, să sperăm, că în cursul ceretărilor din viitor o să mai iasă la suprafață și alte dovezi faunistice. Stratul întreg conținea resturi de cărbuni de foc. Produsele pe jumătate, sau de tot gata sunt uneltele caracteristice ale Aurignacienului mijlociu. (fig. 25) răzătoare înformă carenei, burinuri, lame-răzătoare, sfredeli, cuțite, apoi niște nuclei mici întrebuințați ca scăpărătoare.

B) La Crăciunești n'am săpat decât 8 m. Produsele aurignaciene mijlocii de aici zac într'un strat de argilă plastică de o grosime de 75 cm.

C) În Pârăul Chichereului am săpat deja în 1926 la colțul format de valea râului și de o scursură de apă, numit Otecu. unde e terasa penultimă a râului, care se înalță deasupra apei la 7 m. Și aici am dat de un atelier aurignacien mijlociu. Produsele și toate semnele caracteristice pentru un astfel de atelier zac într'un strat de argilă lösoidă de o grosime de 75 cm. Față de atelierul dela Crăciunești, stratul e bine acoperit de un covor gros de iarbă, astfel că tot ce iesă la suprafață în cursul săpăturilor, nu e mâncat de schimbările climaterice, de arșița soarelui, ca de exemplu la Crăciunești, unde întreaga suprafață a terasei e mai mult sau mai puțin acoperită de material brut, de semi produse, etc. Tot așa și în grădina lui D. Buzea în arătură. Iar aici, unde stratul e de asemenea acoperit de covorul de iarbă, produsele semifabricate, etc. au rămas mai bine păstrate pentru noi.

Pe când în grădina lui D. Buzea s'au găsit în strat pietricele destul de multe, la Otecu lipseau acestea deocamdată, cu toate că și colțul acesta a fost inundat, cum se observă de exemplu și prin faptul, că cărbunii de foc sunt împrăștiți în întreg stratul săpat până acum.



Nici la Crăciunești, nici la Otecu n'am dat de resturi faunistice. Ca rezultat numeric al cercetărilor am înregistrat 3840 de poziții. În ce privește rezultatul științific, am să accentuez pe scurt următoarele: cu suma frumoasă primită dela Inst. Geologic am fost în starea favorabilă să largesc cadrele cercetărilor, am clarificat situația stratigrafică a Paleoliticului inferior depe Plopăt (hotarul comunei Josășel jud. Arad), am clarificat rostul minelor paleolitice din hotarul comunelor Basrabasa-Brotuna (jud. Hunedoara), rostul micii terase dinaintea gurii peșterii dela Cioclovina (jud. Hunedoara), am reușit, ca la peștera dela Ohabaponor (jud. Hunedoara) să clarific situația stratigrafică și cronologică pe deplin, obținând astfel cadrele precize ale cercetărilor din viitor. Tot așa sunt fixate și cadrele cercetărilor dela Sita și Crăciunești (jud. Trei Scaune).

În urma acestor cercetări ni se impun noi întrebări, căutarea urmelor omului paleolitic inferior pretudindeni, unde situația geografică era favorabilă pentru găzduire și se află materialul brut de întrebuințat pentru produsele omului de pe atunci, căutarea locurilor, unde au găzduit și unde o să găsim și datele faunistice, ce ne vor întări în determinările noastre. Lucrând pentru Palatul Cultural din Arad, în hotarul numit Gruiu al comunei Valemare (jud. Arad) am dat de vatră de foc și pe lângă ea am reușit să adun câteva surcele de os. Produsele provin din etajul superior al perioadei acheuléene. Faptul acesta ne îndeamnă și ne asigură, că și în jurul Josășelului o să lucrăm cu succes. În anul 1926 am dat de urme solutréene în Pârăul Chichereului. În 1928 n'am fost așa de norocos, produsele găsite însă până acuma de către TEUTSCH și mine, ne impune datoria să căutăm mai departe și să fixăm locul în acest ținut, unde vânătorii solutréeni au lucrat, au viețuit.

Situația geografică a Ardealului, înfățișarea sa specială, posibilitățile sale de găzduire, de apărare, de circulație în toate direcțiile, bogățiile sale naturale sunt fenomene, cari ne explică clar, că acest teritoriu a putut fi locuit în întreg timpul preistoric, a produs mult din sufletul său propriu, iar fiind așezat la poarta Orientului și a Vestului, a avut rolul important de mijlocire. Noi puncte de vederi, cari ne impun datoria morală științifică, ca să intrăm prin cercetările noastre cât mai viu în circulația culturală mondială.

Cluj





PALEOLITICUL ARDEALULUI

DE

Dr. MARTIN ROSKA

PRIVIRE GENERALĂ

Condițiunile de dezvoltare culturală a unui teritoriu sunt determinate de factori externi și interni.

Ca factori externi se pot lua în considerare: situația geografică a teritoriului respectiv, forma suprafeței sale, posibilitățile de așezare, de găzduire, de asigurare, de apărare și de traiu, — posibilitățile de comunicație în relații interne și externe, — bogățiile naturale.

Factorii interni sunt în strânsă legătură cu populația de către care este locuit acest teritoriu.

Ardealul e o adevărată cetate naturală, situată în inima Europei. Situația aceasta centrală reprezintă condițiuni de dezvoltare foarte favorabile. În interiorul Ardealului i se oferă omului posibilitățile cele mai bune de găzduire și de așezare. Din punctul de vedere al apărării și al siguranței, hotarele Ardealului formează un adevărat zid. Pasurile, prin cari e întrerupt acest zid, se pot închide ușor în caz de pericol, iar întrucât aceste măsuri nu s'ar dovedi suficiente, în interiorul Ardealului se poate apăra și se poate retrage omul până ce valurile cotropitoare au trecut peste capul lui. Față de o populație nu prea deasă produce atâta, de cât are nevoie. Devine populația sa prea deasă, ea are atâtea daruri naturale (lemn, piatră, metale, sare, etc.), că e în stare, să facă schimb cu ele și să se aprovizioneze cu cele mai necesare. Pădurile pline de fiare, apele bogate în pești, l-au ajutat în totdeauna pe omul așezat aici. Comunicația internă e relativ ușoară, deasemenea și cea externă prin pasurile diferite și prin văile apelor mai mari sau mai mici. Astfel omul preistoric a putut avea relații culturale cu teritoriile învecinate, iar prin mijlocirea acestora, și cu cele mai depărtate. Aceste relații s'au lărgit cu timpul foarte mult și prin darurile naturale ale Ardealului.

Din punct de vedere al factorilor externi Ardealul se prezintă deci ca un teritoriu foarte favorabil pentru o dezvoltare culturală, și a trebuit



să fie locuit în întreg cursul preistoriei. În prima fază culturală a rasei omenestii, adică în epoca paleolitică, trebuie să contăm încă cu un factor și anume: oare dispune Ardealul de materiile prime, de cari omul, ca purtătorul culturii acestei epoci, a avut în primul rând nevoie? Aceste materii sunt: silexul și alte materiale cari se pot lucra conform stării culturale și tehnice a omului primitiv.

Ardealul n'are, decât puțină cremene. În schimb dispune însă de opal, de chalcedon, etc. cari se sparg conchoidal cași cremenea, dau un tăiș ascuțit și sunt trainice. În lipsa silexului deci s'a putut folosi foarte bine și de acestea.

În ceea ce privește istoria cercetărilor paleolitice în Ardeal, se pot fixa trei faze.

Prima fază e în strânsă legătură cu activitatea renumitului geolog ANTON KOCH, care pe la sfârșitul secolului XIX, a adunat un material important și anume: un răsător de os din peștera dela Merești (jud. Odorheiu), un răsător mousterien dela Buitur (jud. Hunedoara), altul dela Turea (jud. Cojocna), o serie de răsătoare tot mousteriene dela Andrașhazapusta lângă Nădășel (jud. Cojocna), un răsător aurignacien dela Lona Săsească (Jud. Cojocna), iar prin săpăturile sale executate în peștera dela Someșul Rece (jud. Cojocna) a descoperit singurele urme magdaleniene, ce se cunosc până azi din Ardeal.

A doua fază a durat până la începutul războiului mondial. Activitatea și stăruințele lui OTO HERMANN din Ungaria în legătură cu presupusul paleolitic dela Miskolc, au avut un răsnet și în Ardeal, unde s'au început cercetări sistematice, în urma cărora IULIU TEUTSCH din Brașov a reușit să descopere câteva stațiuni, ori ateliere mari, din Aurignacianul mijlociu la Sita (Jud. Trei Scaune), în așa numită Valea Cremenei, la Crăciunești lângă Sita, pe urmă în Valea și Părăul Chichereului, în hotarul comunei Sita. Noi am fixat urmele sigure ale omului mousterien și aurignacien, în peștera dela Cioclovina, (jud. Hunedoara) și în peștera Igrîț de lângă comuna Peștere (Jud. Bihor), apoi în hotarul comunei Sângerița (Jud. Murăș-Turda) am semnalat o stațiune mousterienă și am adunat niște urme răslețe: răsătoare mousteriene dela Tăietura Turcului de lângă Cluj, apoi de lângă Turnișor (jud. Sibiu).

A treia fază s'a început în anul 1921. Cercetările din această fază au căpătat un îndemn îmbucurător prin vizita marelui savant francez, Abatele H. BREUIL, apoi prin atenția și sprijinul d-lui prof. EMIL RACOVITĂ, d-lui prof. D. M. TEODORESCU, a inteligentului director al Palatului Cultural din Arad dr. LAZĂR NICHI, și a directorului Muzeului din Deva, IOSIF MALIÁSZ. Astfel am reușit, ca îndecursul de 8 ani, cu ajutorul acestor domni și cu ajutorul modest primit anual dela Comisiunea Monu-



mentelor Istorice, să desfășor o activitate mai largă. În momentul cel mai greu mi-a venit în ajutor în anul 1928, d-l director al Institutului Geologic al României, dr. L. MRAZEK, cu o sumă de aproape 70.000 lei, cu care am putut face explorări importante.

Sprijinit pe datele cunoscute mi-am îndreptat cercetările în două direcții: a) lărgirea cadrelor cercetărilor din trecut, b) studierea teraselor fluviilor din Ardeal.

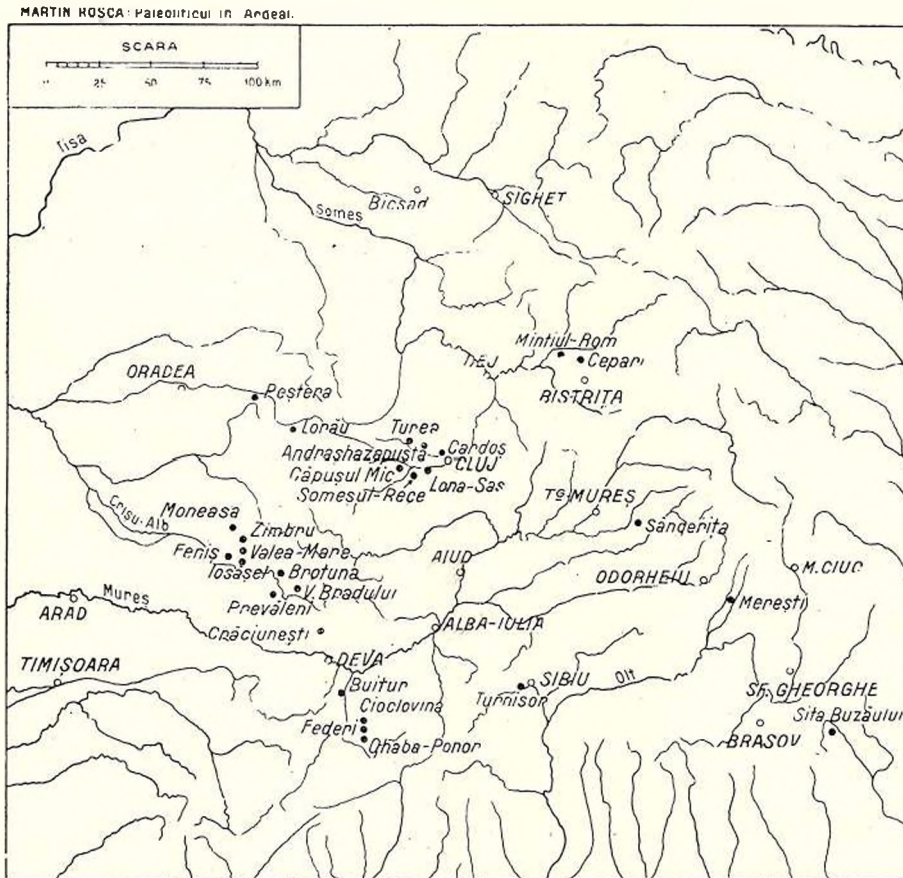


Fig. 1. Localitățile cu urme paleolitice din Ardeal.
Les localités avec vestiges paléolithiques en Transylvanie.

În ceiace privește lărgirea cadrului cercetărilor ce s'au făcut înaintea războiului mondial, direcția îmi era fixată precis prin rezultatele obținute din săpăturile executate sistematic, apoi prin produsele razele. În

privința teraselor a trebuit să mă conduc de două considerațiuni : 1. cari dintre diferitele terase au fost favorabile pentru așezarea omului paleolitic? Unde și-a găsit omul paleolitic materialul prim, de care avea nevoie pentru cioplirea uneltelor și armelor sale? În al doilea rând m-a călăuzit mai mult decât credeam la început, cercetarea teraselor, în care zace opalul și chalcedonul *in situ*.

În schița alăturată (fig. 1) arăt localitățile, unde s'au găsit urme paleolitice, și anume :

I. Paleoliticul inferior :

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1. Josăsel, jud. Arad, | 7. Brotuna, jud. Hunedoara, |
| 2. Gurahonț, jud. Arad, | 8. Prevaleni, jud. Hunedoara, |
| 3. Valemare, jud. Arad, | 9. Valebrad, jud. Hunedoara, |
| 4. Zimbru, jud. Arad, | 10. Căpușul Mic, jud. Cojocna, |
| 5. Guravăii, jud. Arad, | 11. Bicsad, jud. Sătmar. |
| 6. Feneș, jud. Arad, | |

II. Paleoliticul mijlociu :

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Cluj, | 8. Federi, jud. Hunedoara, |
| 2. Cardoș, jud. Cojocna, | 9. Ohabaponor, jud. Hunedoara, |
| 3. Andrașhazapusta, jud. Cojocna, | 10. Crăciunești, jud. Hunedoara, |
| 4. Turea, jud. Cojocna, | 11. Peștere, jud. Bihor, |
| 5. Moneasa, jud. Arad, | 12. Lorău, jud. Bihor, |
| 6. Buitur, jud. Hunedoara, | 13. Turnișor, jud. Sibiu, |
| 7. Cioclovina, jud. Hunedoara, | 14. Sângerita, jud. Mureș Turda. |

III. Paleoliticul superior :

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Lona Săsească, jud. Cojocna, | 7. Sita, jud. Trei-Scaune, |
| 2. Someșul Rece, jud. Cojocna, | 8. Crăciunești, jud. Trei-Scaune, |
| 3. Cepan, jud. Bistrița-Năsăud, | 9. Peștere, jud. Bihor, |
| 4. Mintiul Român, jud. Bist.-Năsăud, | 10. Merești, jud. Odorhei, |
| 5. Cioclovina, jud. Hunedoara, | 11. Josăsel, jud. Arad, |
| 6. Ohabaponor, jud. Hunedoara, | |



I. PALEOLITICUL, INFERIOR

Paleoliticul inferior nu era cunoscut în Ardeal până la 1924. Atunci a găsit abatele BREUIL un răsător acheuléen într'o carieră de pietriș la capul satului Căpușul Mic. E un exemplar rostogolit, purtat de apă, se află deci în poziție secundară. Caracterul lui e al răsătoarelor numite în literatura franceză *limande*.

În anul 1925 am început studiarea teraselor. Prima cercetare am făcut-o în valea Crișului Alb la Josășel. Aflasem mai de mult, că în hotarul acestei comuni e un pârâu, care se numește Pârâul creminoși, sau Cremenea sa, de unde țărani își procură cremenea pentru scăpărare.

Mergând la fața locului, am constat următoarele: albia râului era plină de opal și de chalcedon, ici-colo se găsea și câte un fragment de jasp. Examinând mai deaproape materialul acesta, am constatat imediat, că mare parte, cu toate că e rostogolit și astfel deformat, arată încă formele și trăsăturile tehnice ale produselor paleolitice inferioare. Cu această ocazie și mai târziu am cercetat albia râului, până la poalele dealului vulcanic Mizeșul, de unde izvoarește Pârâul creminoși din două brațe mici. E o depărtare de circa 6 km.

De atunci în fiecare an am cutreerat albia râului, ca să văd ce mai iese la suprafață în urma ploilor; am cercetat terasa dintre cele două brațe ale râului, care se numește Dealu Rofi, apoi spre Vest dela brațul drept, terasa, care se numește Plopăt; spre Vest dela Plopăt se întinde cea mai înaltă terasă, care poartă numele Cocini, iar continuarea ei spre Nord, Bârne. De aici urmând tot spre Vest pe Cocini, am constatat prin observațiile dela suprafață și prin săpături sistematice, că opalul comun se află în situ pe cea mai înaltă terasă, pe Cocini, apoi pe Plopăt. Aici a avut omul din paleoliticul inferior adevărate ateliere, unde se formau uneltele și armele sale în mari trăsături, apoi în stare de semifabricate le transporta la locul unde sălășluia.

Existența atelierelor este dovedită într'un mod incontestabil prin marea cantitate de sfărâmturi de fabricare, prin pietrele de lovit, și prin marele număr al nucleilor și al produselor pe jumătate gata. Este dovedit deci, că materialul găsit în albia râului s'a transportat de aici în



cursul vremurilor. În parte acest material a trecut în albia Crișului Alb și s'a pierdut pe veci pentru știință

Prin săpăturile executate pe Dealu Rofi am ajuns la următoarele rezultate: 1) opalul găsit aici este adus depe Plopăt. 2) pe marginea sudică și estică a terasei deabia se află ceva material, și acesta e rostogolit, 3) pe partea nordică a terasei lipsesc urme, 4) pe partea vestică a terasei se găsesc mai multe urme, deci aici e de căutat și în viitor, 5) prin tranșeele săpate am constatat în partea vestică câte două straturi, 6) conținutul stratului superior (grosime de 36—57 cm.) era nu de aceeaș bogăție pretutindeni și este cuprins în argilă brună, 7) stratul inferior — de grosime de 26—42 cm. — din argilă roșeatică vânătă, este așezat pe tuf de andezit, conține puține obiecte, în mare parte diformate, discompuse în situ și deci cu o patină mai adâncă.

Pe Plopăt s'au constatat trei straturi, cari se deosebesc mai mult prin culoarea argilei, decât prin conținutul lor. Grosimea acestor straturi variază. Stratul superior, gros dela 38 cm. până la 1—2 m. constă din argilă gălbuie arhiplină de material. Stratul mijlociu constă din argilă sură-gălbue, grosimea lui s'a început cu 30 cm. și în unele locuri mergea până la 2 m. Subt el am constatat un al treilea strat din argilă roșeatică, cu obiecte mai puține, însă de acelaș caracter, ca ale stratului inferior depe Dealu Rofi. Am săpat în unele locuri până la 160 cm., până ce găseam în el obiecte.

Pe terasa cea mai înaltă, pe Cocini, am executat de asemenea mai multe tranșee, în parte pe marginea vestică a terasei, în parte mai înăuntru. Pe când pe margine n'am constatat decât un singur strat din argilă brună, pe la mijloc mi s'au arătat două, și anume cel superior, din argilă brună, iar cel inferior din argilă roșeatică cu vine albastre. În cel superior am găsit foarte mult material, iar în cel inferior cu mult mai puțin.

Coasta vestică a acestei terase, până la Valea Josășelului, se numește Prosele. Urmele în trepte ale teraselor diluviale (malurile de odinioară ale Pârăului Josășelului) se cunosc încă bine. Scursurile de apă și arăturile erau pline de material, ici-colo se arăta și câte un bloc mai mare de opal. Pe una dintr'aceste terase, pe la mijlocul coastei, am tras un șanț. Am constatat un strat de 80 cm. din aceeaș argilă brună, ca cel depe Cocini cu deosebirea însă, că întreg materialul săpat de aici, era foarte mult amestecat cu pietriș și bolovani mai mari de cvart: senn, care îmi arăta, că apa l'a așezat aici, însă nu l'a transportat de departe, deoarece produsele erau erodate numai în foarte mică măsură. Subt el era așezat acelaș strat de argilă roșeatică cu vine albastre, în care s'au găsit niște blocuri și lespezi de opal, iar din produsele găsite în stratul superior, numai rar a ieșit la suprafață câte o bucată.



Considerând toate fenomenele observate în cursul săpăturilor, precum și rezultatele obținute prin aceste săpături, rezultă ca atât pe Dealul Rofi, cât și pe Plopăt și pe Cocini, au existat în cursul Paleoliticului inferior ateliere de o estensiune mai mare. Faptul acesta se datorește în primul rând opalului comun, precum și chalcedonului, ce se află aici în mari cantități. Pe de altă parte terasele acestea erau foarte favorabile pentru găzduire. Cantitatea enormă de sfărături de fabricare, numărul mare al nucleilor și al pietrilor de lovit (în cele mai multe cazuri nucleii au fost întrebuințați pentru acest scop), produsele pe jumătate gata, ne vorbesc clar, că aici n'avem a face decât cu ateliere, unde unelte și armele omului de pe atunci s'au lucrat numai în mari trăsături, iar lucrarea mai minuțioasă, mai perfectă s'a executat undeva în vecinătate, unde el a găzduit și a făcut foc. Cercetez aceste puncte ale teraselor amintite deja de 5 ani.

Paleoliticul inferior are două faze de dezvoltare. Prima se numește chelléenă, a doua acheuléenă. Întrebarea cea mai mare și mai grea este: la care fază se pot atribui rezultatele obținute prin cercetările de până acum?

În privința aceasta n'avem decât două criterii: tipologia și tehnica. Al treilea criteriu, cel mai important și hotărâtor, fauna, ne lipsește deocamdată și avem toată speranța, că cu răbdare, cu o muncă riguroasă sistematică și prin săpături mai extinse o să dăm de locurile de găzduire și atunci e deslegată chestiunea Paleoliticului inferior din aceste părți cu desăvârșire.

Fiecare din aceste două faze își are tipurile sale și trăsăturile tehnice caracteristice.

Din materialul adunat cu primele ocazii din albia râului s'a putut alege o serie, care avea o patină adâncă, cioplirea se mărginea la cele mai necesare: prin câteva lovituri fragmentul a căpătat un vârf ascuțit. În (fig. 2) vedem un astfel de exemplar, care s'ar putea considera ca prototipul spintecătorului chelléen, asemănător cu exemplarele găsite la partea inferioară a stratului prim dela St.-Acheul. Am găsit și niște lespezi rhombice deasemenea cioplite (fig. 3) apoi niște lespezi mai mici

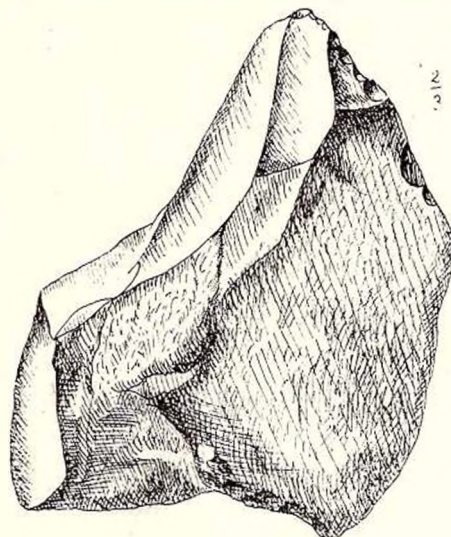


Fig. 2. Spintecător préchelléen, Josăsul, albia râului Părăul Creminoși.

Coup de poing préchelléen, lit de la rivière Părăul Creminoși.

în formă triunghiară (fig. 4), cu un vârf puțin lucrat și cu talonul natural, sau cu câteva lovituri, format apt ca să nu vatăme palma aceuia, care le-a întrebuițat.



Fig. 3. Spintecător ovoid, préchelléen, albia râului Părăul Creminoși.

Coup de poing ovoid, préchelléen, lit de la riviere Părăul Creminoși.

În urma potopului, de care a suferit Ardealul pe la Crăciunul anului 1925, albia râului Păr. creminoși a fost scormonită de marea cantitate de apă, astfel a ieșit la suprafață foarte mult material, ce zăcea până atunci ascuns. Din acest material am putut alege o serie foarte prețioasă: tipurile principale ale fazei culturale *La Micoque*, care e contemporană cu etajul superior al Acheuléenului.

Aceste tipuri sunt: 1. spintecătorul lanceloid mai prost lucrat (fig. 8), sau mai îngrijit format (fig. 9), apoi semispintecătorul în formă ovoidă, sau lanceloidă (fig. 10), pe urmă spintecătorul triunghiular, sau ovoid redus (fig. 11).

Pe lângă tipurile până acuma descrise, se înțelege de sine, că s'a găsit o mare serie de unelte, formate în parte din fragmente de opal, sau

Consider provizoriu aceste produse ca praechelléene. Determinarea adevărată se va face în cursul săpăturilor executate pe terasele deja amintite.

S'a mai putut distinge o altă serie de produse, care se pot atribui fără nicio îndoială la chelléenul inferior, ori la cel superior. Astfel spintecătorul migdaloid de o formă hotărâtă, însă cu o ciorplire, care cu ceea mai mare bună voință nu se poate considera perfect dezvoltată (fig. 5), iar un tip tot migdaloid, puțin întins, poartă semne de o lucrare mai perfecționată (fig. 6). Tot așa și discul (fig. 7).

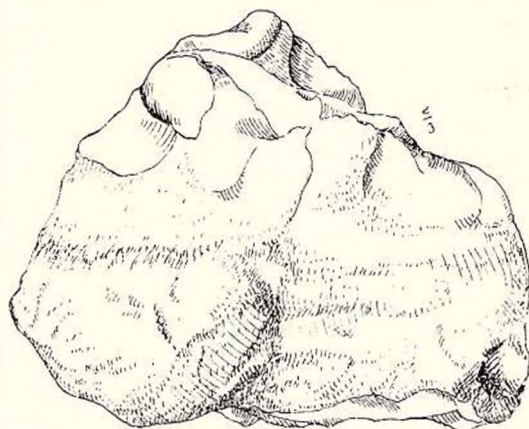


Fig. 4. Spintecător triunghiular, préchelléen, albia râului Părăul Creminoși.

Coup de poing triangulaire, préchelléen, lit de la riv. Părăul Creminoși.

chalcedon, sau jasp, în mai mare parte din căzături de fabricare. Acestea sunt diferitele răzătoare și sfredeli.

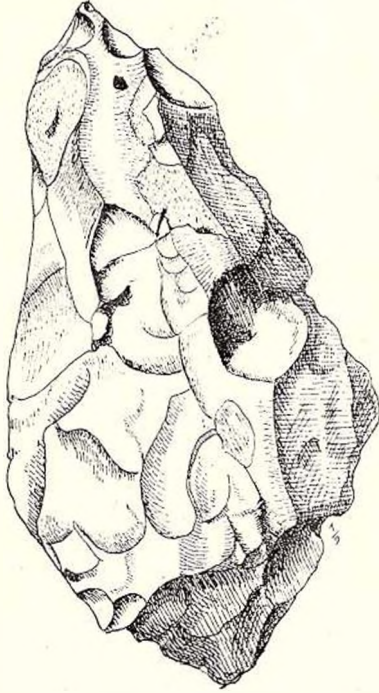


Fig. 5. Spintecător migdaloid, chelléen, albia râului Părăul Creminoși.
Coup de poing amygdaloid, chelléen, lit de la riv. Părăul Creminoși.

Acestea se numesc produse accesorii, sau secundare. Intre ele sunt cele mai hătătoare la ochi răzătoarele rotunde, cari conform rezultatelor și părerilor de până acum, figurează, ca produsele Mesolithicului. Față de această părere, o să accentuăm, că răzătorul rotund are un rol important deja în etajul inferior al Paleoliticului superior, în perioada aurignacienă și în Paleoliticul mijlociu, în faza culturală moustérienă. Astfel eventuala obiecțiune, ce privește răzătoarele noastre din jurul Josășelului, nu poate fi acceptată fără nici o protestare.

La suprafața teraselor amintite a ieșit în cursul vremurilor o cau-

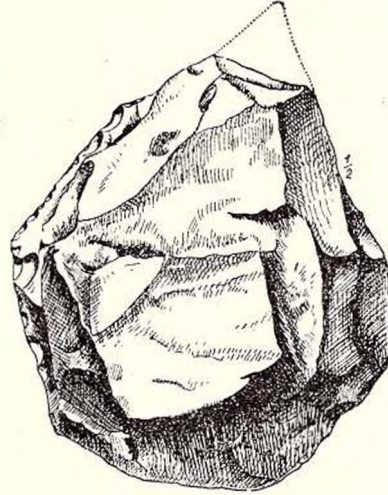


Fig. 6. Spintecător triangular, chelléen, albia râului Părăul Creminoși.
Coup de poing triangulaire, chelléen, lit de la riv. Părăul Creminoși.



Fig. 7. Disc chelléen, albia râului Părăul Creminoși.
Disque chelléenne, lit de la riv. Părăul Creminoși.

titate considerabilă de material brut, de căzături de fabricare, ba chiar și produse pe jumătate gata. Caracterul acestora din urmă ne dă o în-



Fig. 8. Spintecător lanceloid, tip la Micoque, albia râului Părăul Creminoși.
Coup de poing lanceolé, type la Micoque, lit de la riv. Părăul Creminoși.

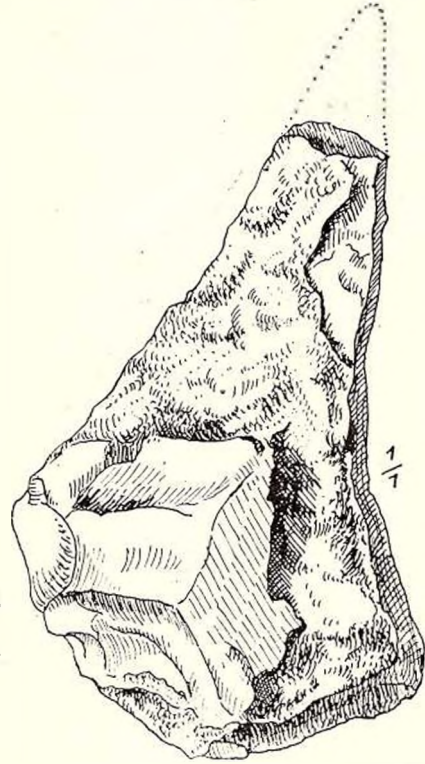


Fig. 9. Spintecător lanceloid, tip la Micoque, albia râului Părăul Creminoși.
Coup de poing lanceolé, type la Micoque, lit de la riv. Părăul Creminoși.

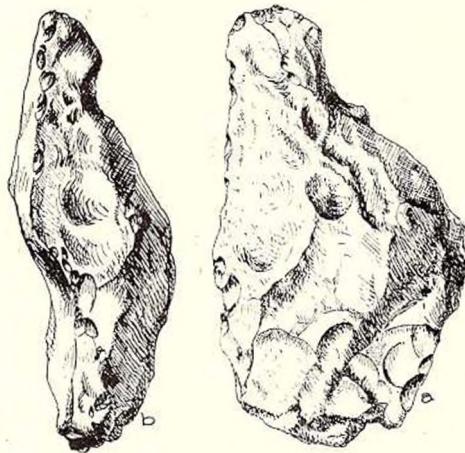


Fig. 10. Semispintecător, tip la Micoque, albia râului Părăul Creminoși.
Demi-coup de poing, type la Micoque, lit de la riv. Părăul Creminoși.

sumară, sau mai îngrijit executată, sunt principiile, pe baza cărora aceste produse se clasifică în Achenléenul mijlociu sau superior. In cazul

drumare valoroasă, în privința succesiunii lor în timp. Și aici spintecătoarele ovale sunt cele mai importante (fig. 12). Cioplirea lor s'a executat în felul, că loviturile trec dela mijlocul suprafeței spre margini. Acest caracter îl au spintecătoarele din achenléenul mijlociu și superior. Forma mai puțin, sau mai mult nobilă, cioplirea mai

nostru fiind vorba despre produse pe jumătate gata, vom lua în considerare și alte fenomene îndrumătoare. Astfel de îndrumare ne dau spintecătoarele triangulare, sau ovoide reduse, așa că întreg materialul adunat dela suprafață îl punem în Acheuléenul superior. Aceasta ne o dovedesc și discurile (fig. 13), cari, cu toate că poartă semnele unei lucrări sumare, totuși se poate observa pe ele aceeași intenție în tehnică, cași la spintecătoarele ovale mai sus amintite.

În ce relație stă materialul până acuma descris cu acela săpat din straturi?

În stratul inferior apar deja spintecătoarele triangulare, deci uneltele Acheuléenului. Tot așa și spintecătorul oval (fig. 14). Aceste unelte principale vor fi în stratul al doilea mai bine formate, (fig. 15), iar în cel superior și mai hărățate. Deci pe baza acestor observări și fenomene, avem a face cu pro-

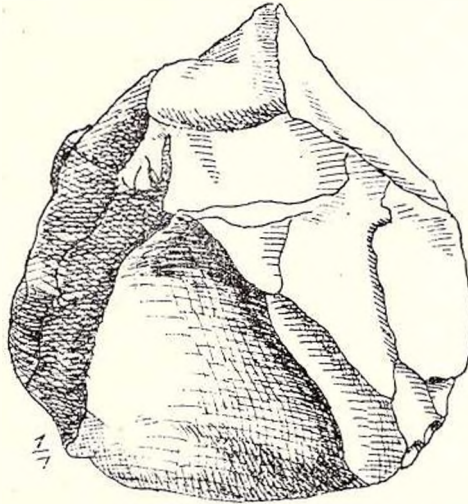


Fig. 11. Spintecător ovoid, tip la Micoque, albia râului Părăul Creminoși.
Coup de poing ovoid, type La Micoque. lit de la riv. Părăul Creminoși.

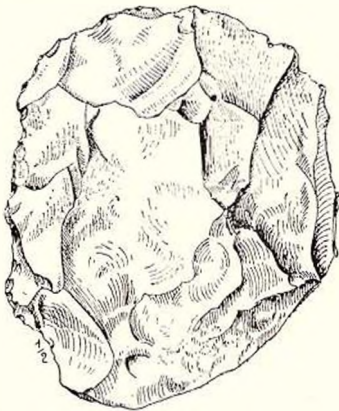


Fig. 12. Spintecător oval, acheuléen, Josășel, Dealu Rofi.
Coup de poing oval, acheuléen, Josășel, Dealu Rofi.

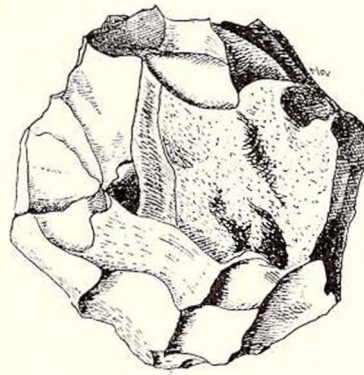


Fig. 13. Disc, Josășel, Dealu Rofi.
Disque, Josășel, Dealu Rofi.

dusele perioadei acheuléene. Examinând însă materialul scos din stratul inferior, e foarte bătător la ochi că o serie de unelte, cari au o patimă

adâncă, în strat s'au descompus în oarecare măsură, cași cum ar fi rostogolite. Despre o rostogolire însă nu poate fi vorba, deoarece zac în strat în situ. Din punct de vedere tehnic poartă lucrarea minimală a produselor praechelléene dela St.-Acheul. Nu e exclus, că produsele determinate praechelléene din albia râului din unele părți ale acestui strat (din spălături de apă, unde s'a spart omogenitatea straturilor) au ieșit la suprafață și s'au transportat în cursul vremurilor în loc secundar. Cercetările din viitor o să ne dea și în această privință o lămurire acceptabilă.

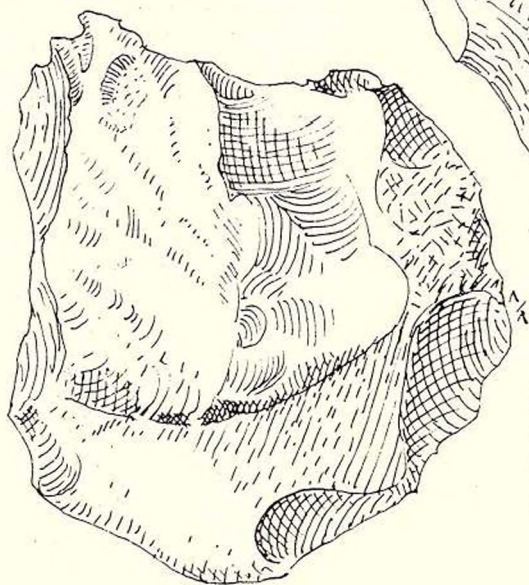


Fig. 15. Spintecător triangular, Josășel, Plopăt.
Coup de poing triangulaire, Josășel, Plopăt.

La Piatră și la Racova n'avem de cercetat, deoarece terasele s'au

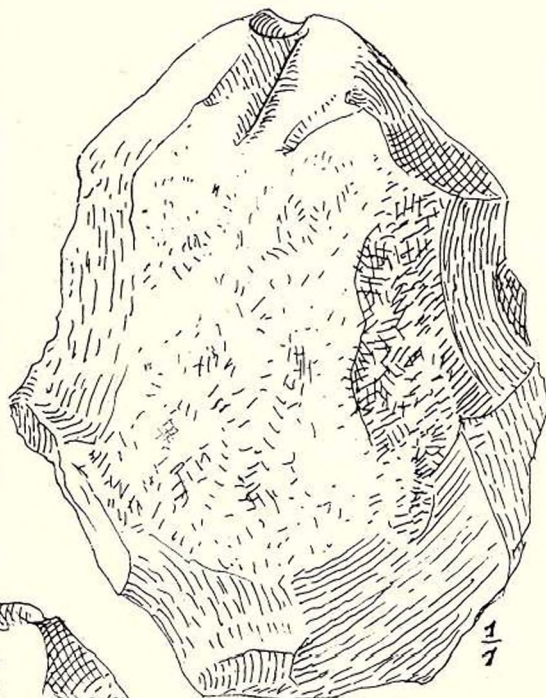


Fig. 14. Spintecător oval, Josășel, Plopăt.
Coup de poing oval, Josășel, Plopăt.

Furul odată prins nu l-am lăsat din mână. Cutreerând regiunea am ajuns, precum am amintit la Cocini, la Prosele. Spintecătorul lanceloid (fig. 16), cel oval (fig. 17), precum și cel triangular ne spune clar, că aceste produse aparțin perioadei acheuléene.

Cercetând pe terasele depe malul drept al Pârăului Josășelului, am găsit urme bune la următoarele hotare: La Piatră, la Racova și la Băița.

La Piatră și la Racova n'avem de cercetat, deoarece terasele s'au

spălat în așa măsură, că numai material slab se poate scoate la supra-

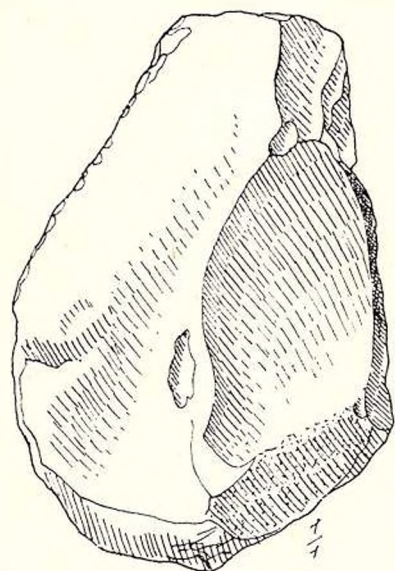


Fig. 16. Spintecător lanceloid acheuléen,
Josășel, Prosele.
Coup de poing lancéolé, acheuléen,
Josășel, Prosele.

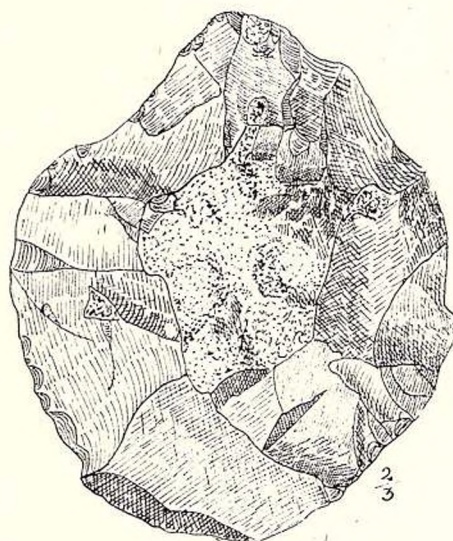


Fig. 17. Spintecător oval, acheuléen,
Josășel, Cocini.
Coup de poing oval, acheuléen,
Josășel, Cocini.

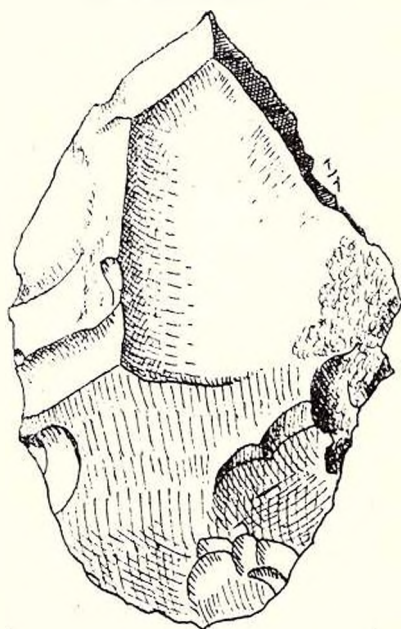


Fig. 18. Spintec. migd., Valemare, Dudaiu.
Coup de poing amygdaloid, Valemare, Dudaiu.

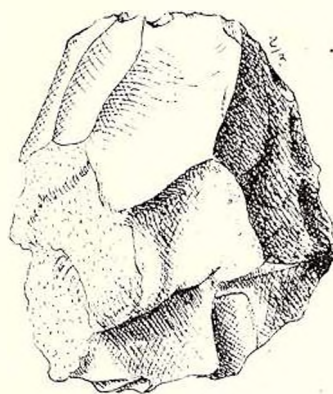


Fig. 19. Spintecător oval, Valemare,
Dudaiu.
Coup de poing oval, Valemare
Dudaiu.

față. Materialul săpat la Băiță zace în loc secundar, e într'atăta rostogolit că nu-i exclus, că apa l-a transportat de mai sus, probabil din hotarul comunei Valemare.

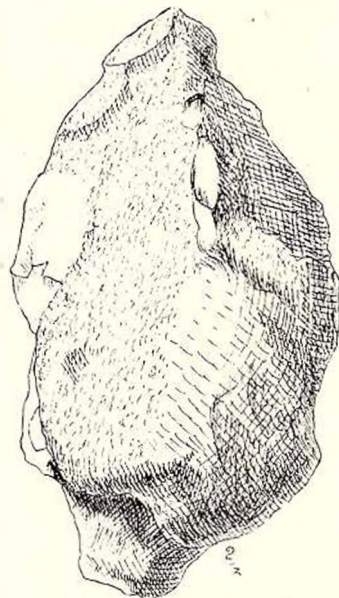


Fig. 20. Semispintecător, Valemare,
Dudaiu.
Demi-coup de poing, Valemare,
Dudaiu.

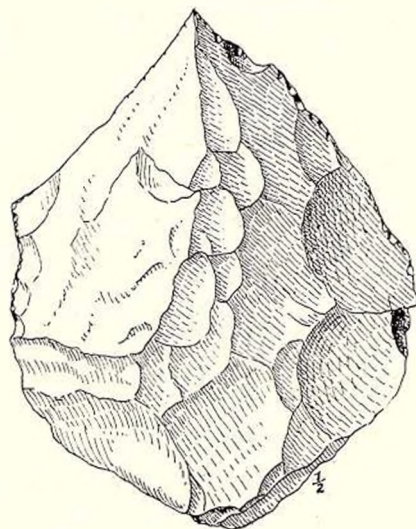


Fig. 21. Spintecător oval, Valemare, Dudaiu.
Coup de poing oval, Valemare, Dudaiu.

Aflând, că și în hotarul

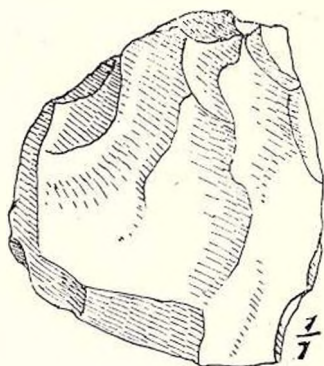


Fig. 22. Spintecător triangular,
Valemare, Gruiu.
Coup de poing triangulaire,
Valemae, Gruiu.

comunei Valemare (jud. Arad) se află „cremene”, m'am dus la fața locului și pe malul drept al râului Păr. Gruiuului, pe terasa numită Dudaiu, unde opalul și chalcedonul zace în situ, am dat de un atelier de o estindere mai considerabilă. E verosimil, că și stațiunea e aici. Caracterul produselor e în parte al celui de la *La Micoque* (fig. 18—21), în parte are țăsături mesolitice. Tot acest caracter îl au produsele de la Gruiu, care e un punct bun pentru găzduire pe malul stâng al Păr. Gruiuului. Aici opalul și chalcedonul zace în cuiburi. Descoperind un astfel de cuib, am constatat într'un strat de o grosime de 60 cm., toate fenomenele unui atelier mai mic, ba la fundul stratului am dat de urme de foc și am reușit

adun și câteva surcele de os, urmele de hrană ale omului, care era purtătorul culturii de tip *La Micoque* de aici (fig. 22). Iată faptul incontestabil, pe care mă bazez, când presupun, că printr'o muncă împărțită pe mai mulți ani o să dăm de locurile, unde paleoliticianii din jurul Josășelului au găzduit, și-au făcut foc, au mâncat și ne-au lăsat

afară de produsele de piatră, și resturile faunistice, pe baza cărora vom fi în stare de a da o determinare mai precisă.

Opal și chalcedon se află în situ și spre Ost dela comuna

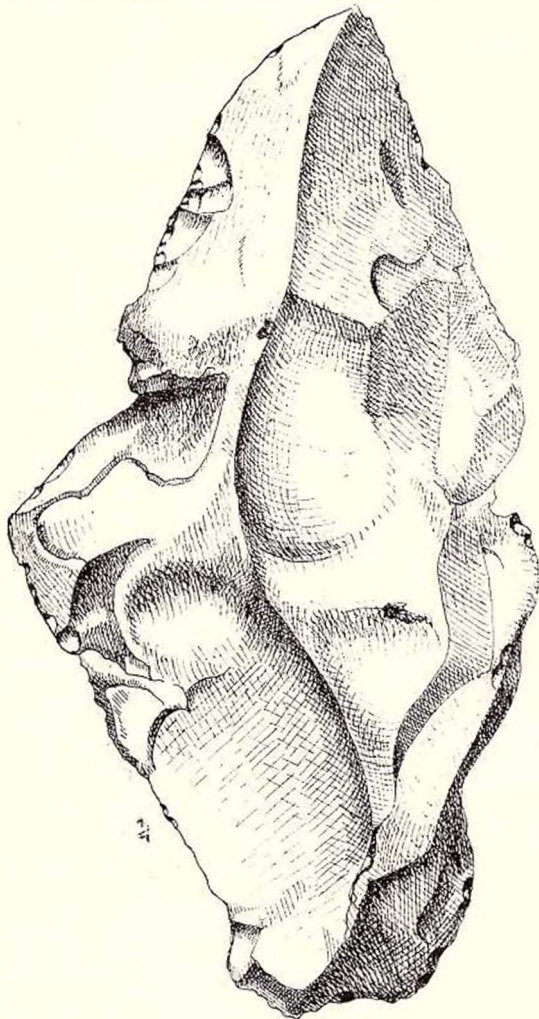


Fig. 23. Spintecător migdaloid, Brotuna, chelléen, ori acheuléen.

Coup de poing amygdaloid, Brotuna, chelléen, cu acheuléen.

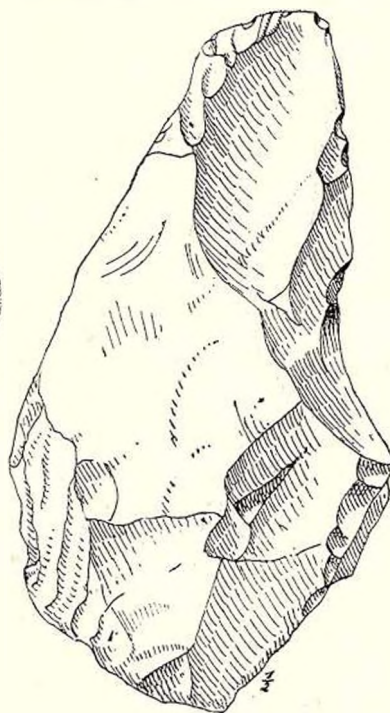


Fig. 24. Spintecător migdaloid, chelléen, ori acheuléen, Brotuna. Coup de poing amygdaloid, chelléen, ori acheuléen, Brotuna.

Zimbru (jud. Arad) în așa numitul Păr. creminoși (cași la Josășel). Aici încă nu s'au făcut săpături. Materialul adunat din albia râulețului și depe malul drept al lui, are caracterul Chelléenului.

La Gurahonț, Aciuța, Răstoci, Feneș (jud. Arad), precum și la Guravăii (jud. Arad) n'am găsit deocamdată, decât urme răzlețe.

Fiind informat, că în hotarul comunelor Basarabasa și Brotuna se află opal comun în mari cantități, am cercetat locul: terasa dreaptă a Crișului Alb, deasupra comunei Brotuna (jud. Hunedoara), care se numește Cremeneasa sau Coastea cremeni.

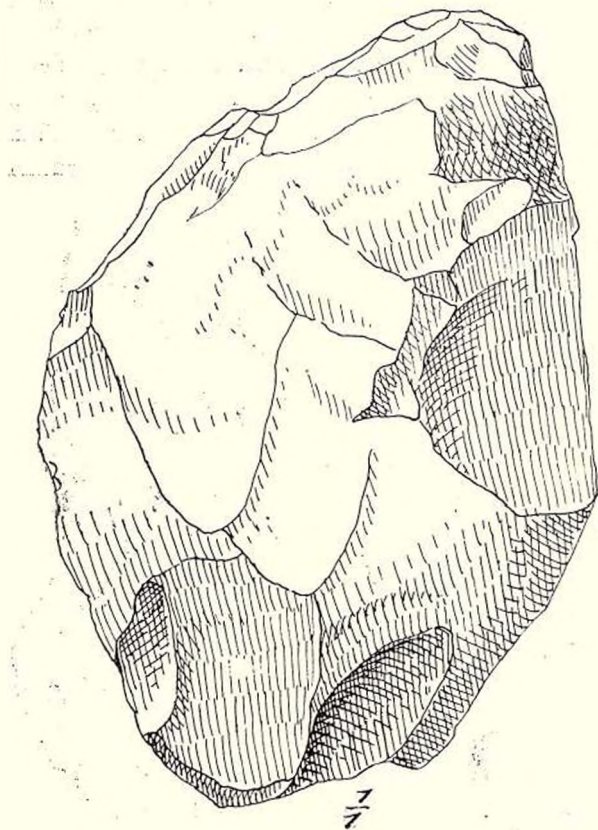


Fig. 25. Spintecător migdaloid, chelléen, ori
acheuléen, Brotuna.
Coup de poing amygdaloid, chelléen, ou
achéuléen, Brotuna.

necesar. Marginea minelor e ridicată prin materialul și sfărâmurile de fabricare aruncate afară din groapă.

Având a face și aici, cu un atelier mai mare se înțelege de sine, că, produsele de tot gata sunt rari, cu atât mai bogat este materialul pe jumătate cioplit. Din rezultatele obținute dau un spintecător migdaloid pe jumătate gata, (fig. 23) unul mai bine lucrat (fig. 24) și un al treilea exemplar mai îngrijit format (fig. 25). Fig. 26 ne reprezintă un spin-

È un punct proeminent în jurul acesta, apt pentru așezare, bun și din punctul de vedere al materialului prim. O parte din acest material a ajuns pe terasa Vârtoape de sub Coasta cremeni.

Aici pe Coastea cremeni, într'o pădure seculară, osteneala mea a fost încoronată de un succes frumos din mai multe puncte de vedere. Anume aici am dat și de niște mine în forma pâlniei, din care se scotea materialul brut. Și paleoliticianii a știut atâta, că materialul, ce cădea la suprafață, a pierdut mult din caracteristicile crepării, față de acela care zăcea în argilă, în umezeală, astfel s'au apucat în multe locuri și-au adâncit minele lor primitive și și-au procurat materialul prim,

tecător lanceloid pe jumătate gata. La fig. 27 vedem un spintecător oval aproape gata, iar la fig. 28 o unealtă, sau armă discoidă.

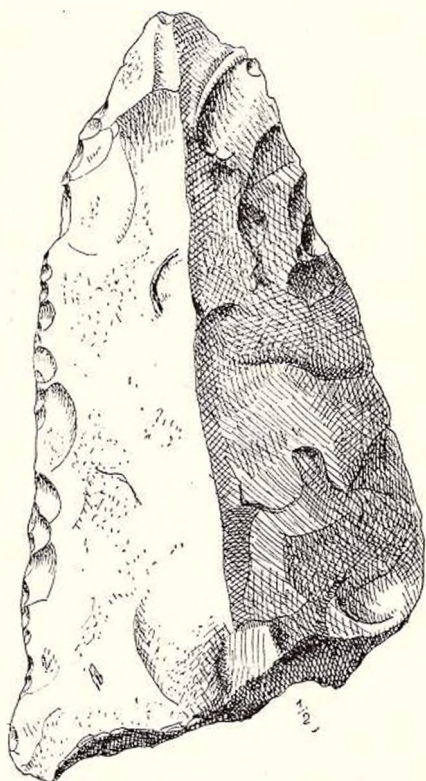


Fig. 26. Spintecător lanceloid, Brotuna.
Coup de poing lancéolé, Brotuna.

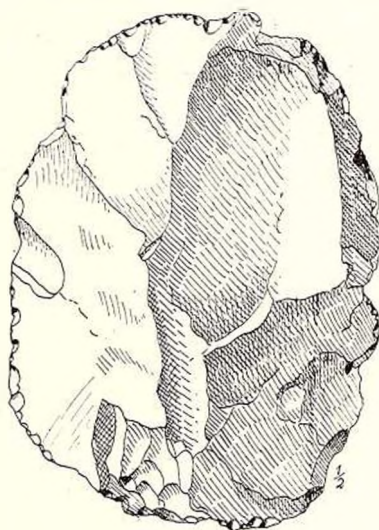


Fig. 27. Spintecător oval, chelléen, ori
achéuléen, Brotuna.
Coup de poing oval, chelléen, ou
achéuléen, Brotuna.

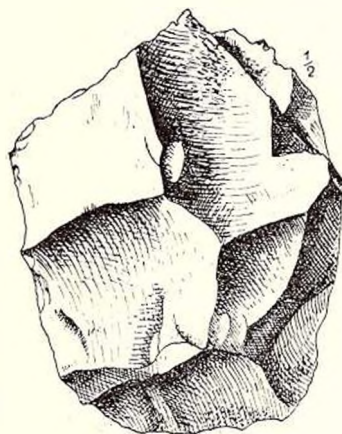


Fig. 28. Spintecător discoid, chelléen,
ori achéuléen, Brotuna.
Coup de poing discoid, chelléen, ou
achéuléen, Brotuna.

Materialul obținut de aici până acuma, are în parte trăsături chelléene, iar în parte acheuléene. Prin săpăturile executate pe marginea terasei am obținut tipurile de tip *La Micoque*.

Astfel de mine am constatat și pe malul stâng al Crișului Alb, în hotarul comunei Valebrad, cu o industrie mai puțin îngrijit lucrată, ca cea dela Brotuna. Mai sus pe valea Crișului d-l MALLASZ a găsit astfel de mine în hotarul comunei Valebrad. Și aici și acolo tot opalul comun s'a întrebuințat pentru cioplirea uneltelor și armelor.

Indrumarea principală, căutarea locurilor unde opalul zace în terase în situ, precum reiese din cele expuse mai sus, nu m'a înșelat. Aceasta m'a călăuzit și la Bicsad (jud. Sătmar), despre care localitate era cunoscut de mult, că are opal. Călăuzul meu fidel și aici m'a ajutorat la descoperirea unor ateliere bogate, cari se înșiră în hotarele: Cetățele, Lăutari, Intre coaste, Izvorul Răcși, Sub coasta râului, Măgurele. Caracterul produselor pe jumătate gata e al Acheu-



Fig. 29. Spintecător migdaloid, Bicsad, Cetățele.
Coup de poing, Bicsad, Cetățele.



Fig. 30. Spintecător oval, Bicsad, Cetățele.
Coup de poing oval, Bicsad, Cetățele.

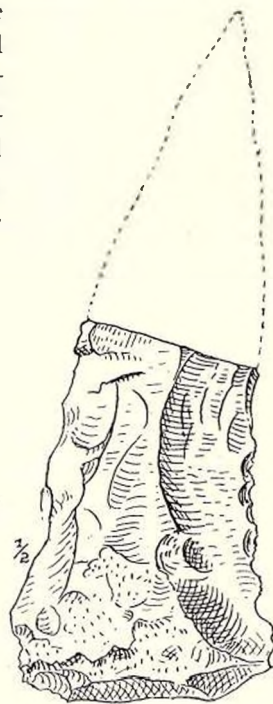


Fig. 31. Spintecător lanceloid, Bicsad, Lăutari.
Coup de poing lanceloé, Bicsad, Lăutari.

léenului (fig. 29—31) și am indicii că și aici e reprezentat faciesul de tipul *La Micoque*.

II. PALEOLITICUL, MIJLOCIU

Prin răzătoarele dela Turea, Andrașhazapusta și Buitur am putut presupune, că omul moustérien, deci purtătorul culturii paleolitice mijlocii, a trăit în Ardeal. Multă vreme însă nu cunoașteam nici o stațiune.

Prima săpătură în această direcție s'a făcut în peștera dela Cioclovina jud. Hunedoara, unde încă în anul 1911 am dat de urmele culturale ale omului moustérien, amestecate cu cele ale purtătorului culturii aurignaciene. Cercetările executate aici în anul 1921 și mai târziu au avut rezultatul următor: obiectele moustériene găsite în mijlocul peșterii sunt

transportate de apă aici, ori dela intrarea originală a peșterii, cari azi e astupată și locul ei nu e cunoscut, ori din alte părți ale acestei peșteri. Produsele aurignaciene sunt în situ. La actuala intrare a peșterii au găzduit în timp de vară vânătorii moustérieni : pe lângă vatra de foc descoperită aici, din an în an se găsesc foarte multe produse, cioplite în mare parte din cvarțit, hidrocvartit și din calcar cristalizat. Vârsta produselor moustériene e al etajului mijlociu. Fauna este reprezentată prin Ursul de peșteră.

A doua stațiune s'a descoperit la aer liber în hotarul comunei Sângerita (Mureș-Turda), unde în 1914 am găsit pe lângă o vatră de foc un răzător din cvarțit. Fauna : *Elephas primigenius*, *Bison*, *Cervus euryceros*.

A treia stațiune e în grottele depe Coasta vaci de lângă comuna Federi (jud. Hunedoara), unde în 1924 am avut fericirea de a scoate la suprafață urmele culturale ale omului moustérien mijlociu. Materialul brut era și aici calcarul cristalizat. Produsele din grota a doua au zăcut într'un strat de argilă roșie amestecate cu resturi de cărbuni. Sunt caracteristice pentru etajul mijlociu al Moustérienului. Intre ele e reprezentat spintecătorul moustérian de tip european central, deci lucrat pe amândouă fețe, apoi vârful de lance numai pe spate cioplit, armă comună pretutindeni, unde s'a constata cultura moustérienă, răzătoarele în parte semicercuale, sau lamele-răzătoare, (a se vedea nota preliminară).

Tot la Federi în Piatra Muntenilor am dat de urme moustériene în peștera numită Gaura cocoșului și într'un coridor.

Cea mai importantă cercetare în privința Moustérienului s'a făcut în peștera depe Bordu Mare de lângă comuna Olbaponor (jud. Hunedoara), unde sub un strat aurignacien am constatat patru straturi moustériene din etajul mijlociu al acestui horizont. Dintr'aceste straturi al treilea de sus, deci stratul aldoilea moustérien a fost cel mai bogat. Deocamdată lucrez la intrarea peșterii pe lângă o vatră de foc. Fauna acestor straturi moustériene constă din : *Ursus spelaeus*, *Hyaena spelaea*, *Felis leo spelaea*, *Felis silvestris* SCHREFFELD, *Equus ferus*, *Equus Abeli*, *Bos sp.* sau *Bison*, *Ovis argaloides* NEHRING, *Felis pardus*, *Cervidae*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Lutra lutra*, — iar în ce privește industria în piatră, s'a întrebuințat ca material prim cvarțul, opalul ceros puțin silex și hidrocvartitul. Ca tipuri principale avem o serie de spintecătoare tip european central, un mare număr de vârful de lance moustériene, răzătoarele semicercuale tipice, pe urmă lamele-răzătoare comune.

E de semnalat, că în această peșteră s'a lucrat și osul, fiind întrebuințat ca răzătoare și ca vârful de lance.

În această privință și peștera Igrîș (jud. Bihor) ne-a dat o serie de oase lucrate pe lângă produsele moustériene tipice.



În peștera dela Moneasa (Jud. Arad) în peșterile: Groapa Lupului și Balogu dela Crăciunești (jud. Hunedoara), n-am găsit decât urme. Astfel de urme a găsit și abatele BREUIL în Peștera bolului dela Loru (jud. Bihor). Răzătoarele și vârfurile de lance dela Tăietura Turcului de lângă Cluj, dela Cardoso (jud. Cojocna), Andrașhazapusta (jud. Cojocna), Turnișor, (jud. Sibiu) sunt produse răzlețe, în urma cărora o să se întreprindă în viitor săpăturile de verificare. Astfel de urme răzlețe am găsit și lângă biserica greco-catolică din Săliștea (jud. Sibiu), un nou indiciu, care ne îndeamnă, să nu încetăm cu cercetările acestea. Iar în ce privește Paleoliticul mijlociu din Ardeal găsit la aer liber, să nu ne surprindă deoarece e un fenomen bine cunoscut, că perioada aceasta glaciară pe la noi nu era așa dezastruoasă, ca aiurea, fiind Ardealul ferit prin Carpați de Ghețarii ce-l amenințau dinspre Nord.

Un fenomen de remarcat e, că oasele din peșterile amintite sunt foarte bine păstrate, astfel putem avea speranța, că și scheletele de om, pe cari le așteptăm, vor fi în bună stare. Până acuma nu s'a găsit, decât un singur deget în stratul III din peștera dela Ohabaponopor. Se află în Muzeul din Deva.

III. PALEOLITICUL SUPERIOR

Paleoliticul superior are trei etaje: perioada aurignaciană, cea solutreană și pe urmă faza magdaleniană.

Din horizontul aurignacian răzătorul dela Lona Săsească a fost până în timpul din urmă singurul obiect cunoscut din Ardeal. În anul 1911 IULIU TEUTSCH a dat de stațiunile, resp. atelierele, din Valea cremene dela capul satului Sita, apoi la Crăciunești deasupra comunei Sita și lângă Valea și Pârâul Chichereului în hotarul comunei Sita.

Silexul, grezia opalizată, se află aici în apropiere, în Dealul negru, în situ. Regiunea e foarte plăcută și îmbie multe puncte de așezare, cari totodată sunt și bine ferite. Se înțelege ușor că vânătorii aurignacieni, veniți dinspre Est, s'au așezat aici. Am avut prilejul, să mă ocup cu aceasta regiune și să o strebat în repetate rânduri. Omul n'a stat numai pe terasa înaltă, unde azi locuște familia Crăciun și urmașii ei, ci mai mult pe terasele penultime ale pârâului, ce poartă numele de Valea cremenei, apoi în Valea și Pâr. Chicherului. Atelierele nu stau în legătură organică laolaltă, ci ca niște peteci mai mari, sau mai mici se estind pe un teritoriu vast, mai ales la Crăciunești. Bogatele urme de cărbuni ne dovedesc, că aici avem a face nu numai cu ateliere, ci și cu adevărate stațiuni. Fauna nu e reprezentată aproape cu nimic, numai



în grădina lui Dinu Buzea am găsit în anul 1928 o măsea de cal. Lipsesc și unelte, armele de os, ceia ce e în contradicție cu marele număr de unelte cioplite din silex, cari au servit la prelucrarea osului și lemnului. Măseaua de cal ne dă speranța, că în cursul cercetărilor viitoare vom găsi și alte fosile și vom da și de produsele artistice ale acestei epoci.

Tot ce s'a găsit săpat, în aceste stațiuni aparține horizonului mijlociu al Aurignacianului.

Cu ocazia primelor descoperiri în anul 1911, în peștera dela Cioclovina

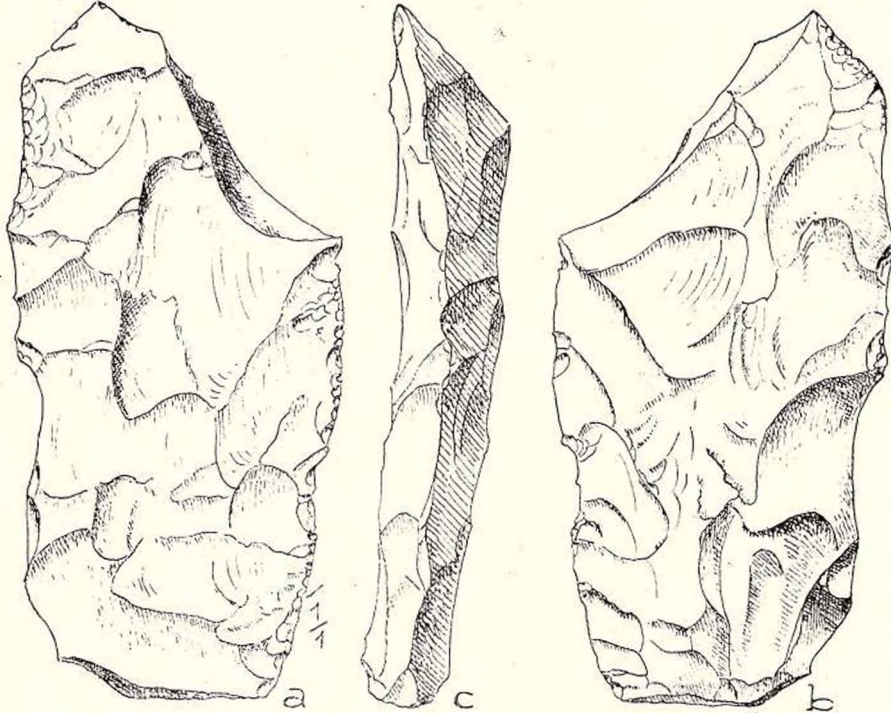


Fig. 32. Vârf de lance solutréen mijlociu, Sita, Valea Chichereului.
Pointe solutréenne, Sita, Valea Chichereului.

am găsit primele urme aurignaciene. Asemenea urme au săpat și în 1921. Se vede că vânătorii aurignacieni numai în timp de vară au vizitat peștera aceasta și de aceea au lăsat așa de puține urme. Intre produsele de jasp, hidrovarțit și silex, s'au găsit și oase retușate la fel ca silexul și am găsit și un os găurit. Aceste rămășițe aparțin în parte Aurignacianului inferior, în parte celui mijlociu.

În ce privește prelucrarea osului prin retușare, în peștera Igrîț s'au găsit și mai multe urme. Un vârf de lance format din os, apoi niște pumnale tot din os provin din horizonul inferior al Aurignacianului.

Această fază culturală este reprezentată și în primul strat diluvial din peștera dela Ohabaponor. Mi se pare, că acești vânători numai în treacăt s'au oprit în această peșteră, deoarece obiectele găsite nu s'au arătat, decât pe un petec mai mic la intrarea peșterii.

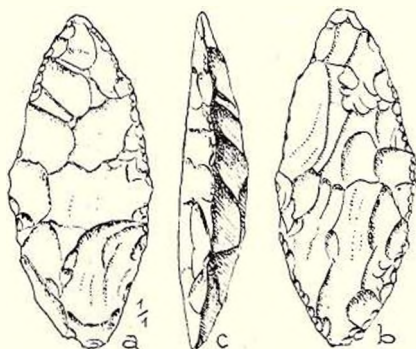


Fig. 33. Vârf de lance solutréen mijlociu, Sita Părăul Chichereului.
Pointe solutréenne, Sita, Părăul Chichereului.

A doua fază a Paleoliticului superior e perioada solutreană. Din horizontul inferior al acestei perioade TEUTSCH a găsit un vârf de lance în Valea Chichereului. Eu deocamdată n'am dat decât de niște lame, cari purtau semnele tehnice ale Solutreanului. Cutureerând iarăși și iarăși această regiune, afară de resturi, cari se pot considera ca protosolutréene, am găsit și două vârfuri de lance, unu rupt (fig. 32) în

Valea Chichereului, iar unu întreg (fig. 33) în Părăul Chichereului. Astfel, cu siguranță putem presupune că și vânătorii solutréeni au trăit pe aici.

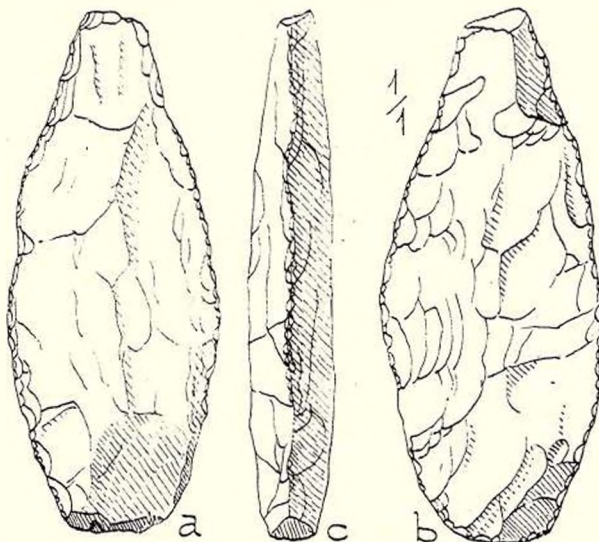


Fig. 34. Vârf de lance, solutréen mijlociu, Josășel, Părăul Creminoși.
Pointe solutréenne, Josășel, lit de la riv. Părăul Creminoși.

Posibilitățile de așezare, de asigurare, materialul prim, ne explică și mai deaproape faptul acesta, pe lângă produsele aflate.

Acesta este cazul și în Părăul Creminoși de lângă Josășel, unde am

găsit de asemenea urmele Solutréanului mijlociu (fig. 34—35) deocamdată în albia râului, însă în cursul săpăturilor executate în anul 1929 am constatat în stratul prim depe Dealu Rofi, că conține niște nuclei cu urme de cioplitori prea mici. Cred că nu mă înșel, când presupun, că vânătorii solutréeni au trăit pe această terasă închisă prin brațele râului și aici aflând materialul prim într'o bogăție mare, tot aici și-au fabricat și vârful de lance în forma frunzei de laur, obișnuite în acest timp.

Horizontul superior al Paleoliticului superior, Magdalénianul, nu este cunoscut decât prin cercetările din peștera dela Someșul rece. Un cuțit de silex, câteva tibii de lup găurite este tot, ce ne dovedește, că omul și-a găsit posibilitățile de traiu și în acest timp în Ardeal.

Dela Capan și Mintiu prin interesul d-lui JULIU MARȚIAN avem niște lame cu caracter de lucrare aurignaciană. Un os lucrat din peștera dela Merești așteaptă încă verificarea.

Datele aici înșirate pe scurt ne dovedesc clar, că Ardealul a fost locuit în tot timpul Paleoliticului, deci presupunerea că Ardealul din punctul de vedere al fenomenelor externe culturale, e într'adevăr un teritoriu foarte favorabil, este fapt incontestabil.

Rezultatele căpătate până azi sunt destul de numeroase și importante și ar putea fi și mai multe, dacă la noi în țară Preistoria n'ar avea soarta copilului vitreg. În alte părți ale Europei preistoria a devenit știință națională, mult prețuită și afară de granițele țărilor respective. Ar fi de dorit ca și la noi să-și recapete locul bine meritat. Iar ce privește rolul, ca preistoria să figureze și la noi ca știință națională, asta o înțeleg numai în sensul, ca să se lucreze cinstit, sistematic, să se fixeze caracterul culturilor noastre preistorice și prin aceasta: ce s'a născut aici, ce am preluat din alte părți, iar trăsăturile culturale preluate în ce măsură au pătruns la noi, în ce măsură s'au transformat conform spiritului, conform mentalității locuitorilor de aici, pe de altă parte cu ce am atribuit și în ce măsură la dezvoltarea culturii omenești? În acest sens înțeleg, ca preistoria să fie și la noi o adevărată știință națională fără exagerările, ce se observ în unele țări din Vest. În sensul muncii cinstite, în sensul științei cinstite, și numai în acest sens poate fi obiectivă, rodnică.

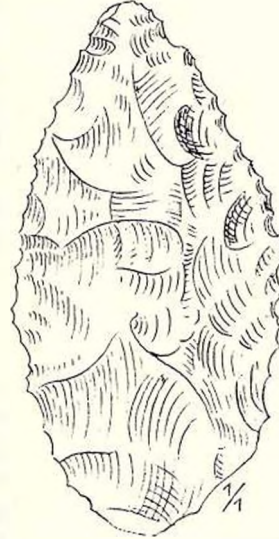


Fig. 35. Vârf de lance, solutréen mijlociu, Josășel. Păr. Creu. Pointe solutréenne, Josășel, lit de la riv. Părăul Creminoși.

Cluj.

LITERATURA :

- Koch Antal** : A hidegszamosi csontbarlang ismertetése. Orvostermészettudományi Értesítő, Kolozsvár 1891. — Barlangkutatás — Höhlenforschung, Budapest, II. 1914.
- Teutsch Gyula** : A magyarbodzai aurignacien. Das Aurignacien von Magyarbodza. Barlangkutatás-Höhlenforschung, Budapest, II. 1914.
- Roska Márton** : A diluviális ember nyomai a csoklovinaí Cholnoky-barlangban. Les traces de l'homme diluv. dans la caverne Cholnoky à Csoklovina. Dolgozatok-Travaux, Kolozsvár, III. 1912. 201—249.
- H. Breull** : Stations paléolithiques en Transylvanie. Bulletin de la Société des Sciences de Cluj, II. 1925. pp. 193—197.
- M. Roska** : Recherches sur le paléolithique en Transylvanie, Bulletin de la Soc. des Sciences de Cluj, II. 1925. pp. 183—192.
- M. Roska** : Recherches préhistoriques pendant l'année 1924. Dacia I. 1924. pp. 297—316.
- M. Roska** : Rapport préliminaire sur les fouilles archéologiques de l'année 1925. Dacia II. 1925. pp. 400. — 416.
- M. Roska** : Săpăturile din peștera dela Cioclovina Publ. Comisiunii Mon. Ist. Secțiunea pt. Transilvania, II Cluj 1923.
- M. Roska** : Le paléolithique inférieure en Transylvanie, Bul. Soc. des Sc. de Cluj, III. pp. 67—74.
- M. Roska** : Le paléolithique inférieure de Zimbru, Bul. Soc. des Sc. de Cluj, IV. pp. 35—37.
- M. Roska** : Die Spuren der La Micoque-Kultur in Siebenbürgen. Die Eiszeit, Bd. III. Leipzig 1926.
- M. Roska** : Das Altpalaeolithikum von Baszarabasz-Brotuna in Siebenbürgen. Die Eiszeit, Bd. IV. 1927.
- M. Roska** : Az ősrégészet kézikönyve, I. A régibb kőkor (Manualul preistoriei generale, I. Epoca paleolitică) Cluj 1926.
- M. Roska** : Le Solutréen en Transylvanie, Bul. Soc. des Sc. de Cluj, III. pp. 193—196.
- M. Roska** : Nouvelles recherches sur le solutréen de Transylvanie, Bul. Soc. des Sc. de Cluj, IV. pp. 38—39.
- M. Roska** : Recherches nouvelles sur le solutréen de Transylvanie. Bul. Soc. des Sc. de Cluj, IV. pp. 85—86.
- M. Roska** : Paleoliticul județului Hunedoara, Publ. Muz. Județului Hunedoara, I. 1924. pp. 11—15.
- Götziinger** : Die Phosphathöhle von Csoklovina in Siebenbürgen. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien, LXII. No. 7. Wien 1919.
- Schröter Zoltán** : A csoklovinaí barlang. Die Höhle von Csoklovina. Barlangkutatás-Höhlenforschung. V. Budapest 1917. pp. 175—195. 211—219.
- Horusitzky H.** : A csoklovinaí barlang foszfortartalmú anyaga. Das Phosphorhaltige Material der Höhle bei Csoklovina. Barlangkutatás-Höhlenforschung, Budapest, 29—37. 74—76.
- Halavats Gy.** : A hunyadmegyei Ujgredistye, Lunkány, Hátszeg környékének földtani viszonyai. A m. kir. Földtani Intézet Évi Jelentése 1898-ról, p. 96.
- Stefan v. Gaál** : Der erste mitteldiluviale Menschenknochen aus Siebenbürgen. Publ. Muzeului jud. Hunedoara, anul III. IV (XXV.—XXVI) 1927—1928 pp. 61—102.

LE PALÉOLITHIQUE DE LA TRANSYLVANIE

PAR

MARTIN ROSKA

La Transylvanie est une véritable cité naturelle, située au centre de l'Europe. C'est ici que l'homme trouve les meilleures possibilités de logement, défense, nourriture, communication, tant au point de vue des relations internes qu'externes. En outre elle est très riche en dons naturels. Elle a été habitée au cours de la préhistoire. On y rencontre peu de silex, mais beaucoup d'opale, calcédoine et jaspe. A défaut de silex l'homme a donc pu utiliser ces derniers.

A la suite des recherches entreprises jusqu'ici on a pu établir les suivantes stations, respectivement ateliers paléolithiques (fig. 1) :

I. Le paléolithique inférieur se trouve à :

1. Josaşel (Jószáshely, jud. Arad).
2. Gurahonț (Honctő, jud. Arad.)
3. Valemare (Zarándpatak, jud. Arad).
4. Zimbru (Zimbró, jud. Arad).
5. Guravăii (Guravoi, jud. Arad).
6. Feneș (Holdfényes, jud. Arad).
7. Brotuna (jud. Hunedoara).
8. Prevaleni (jud. Hunedoara).
9. Valebrad (jud. Hunedoara).
10. Căpușul Mic (Kiskapus, jud. Cojocna).
11. Bicsad (Bikszád, jud. Sătmar).

II. Le paléolithique moyen à :

1. Cluj (Kolozsvár, jud. Cojocna).
2. Cardoș (Kardosfalva) jud. Cojocna).
3. Andrașhazapusta (Andrásházapuszta, jud. Cojocna).
4. Turea (Türe, jud. Cojocna).
5. Moneasa (Menyháza, jud. Arad).
6. Buitur (Bujtur, jud. Hunedoara).



7. Cioclovina (Csoklovina, jud. Hunedoara).
8. Federi (Fegyér, jud. Hunedoara).
9. Ohaba Ponor (jud. Hunedoara).
10. Crăciunești (Karácsonyfalva, jud. Hunedoara).
11. Peștere (Körösbarlang, jud. Bihor).
12. Lorâu (Köröskörö, jud. Bihor).
13. Turnișor (Kistorony, jud. Sibiu).
14. Sângerița (Szentgerice, jud. Mureș Turda).

III. Le paléolithique supérieur à :

1. Lona Săscască (Szászlóna, jud. Cojocna).
2. Someșul Rece (Hidegszamos, jud. Cojocna).
3. Cepan (Czépán, jud. Bistrița-Năsăud).
4. Mîntiul Român (Németi, jud. Bistrița-Năsăud).
5. Cioclovina (Csoklovina, jud. Hunedoara).
6. Ohaba Ponor (jud. Hunedoara).
7. Sita (Szitabodza, jud. Trei Scaune).
8. Crăciunești (jud. Trei Scaune).
9. Peștere Körösbarlang, jud. Bihor).
10. Merești (Homoródalmás, jud. Odorheiu).
11. Josășel (Jószáshely, jud. Arad).

Le premier outil à caractère paléolithique inférieur fut le „limande” acheuléen trouvé en 1924 à Căpușul Mic par l'abbé BREUIL. C'est ce qui m'a encouragé à entreprendre l'étude des terrasses. Le travail commença en 1925 aux environs de Josășel où le lit de Părăul Creminoși contenait beaucoup d'opale commun et de matériaux enlevés par l'eau des terrasses Dealul Rofi, Plopăt et Cocini. La colline de Cocini a procuré également beaucoup de matériel vers l'ouest, sur les terrasses se trouvant sur la droite de la vallée du Josășel, nommées Prosele. Sur les collines de Plopăt, Cocini et Prosele l'opale est *insitu*; on y remarque aussi de la calcédoine et du jaspe.

L'outillage recueilli du lit de la rivière et de ses berges (fig. 2—11) est roulé; sa détermination ne peut être faite que sur base technique et typologique. Le matériel de Plopăt a été transporté de Dealul Rofi. L'outillage se trouve *in situ* dans une couche supérieure d'argile brune (fig 12, 13) et, en petite quantité, dans une couche inférieure formée d'argile rougeâtre qui repose sur des tufs andésitiques. Les outils et le matériel brut se trouvant à la surface ou près de la surface ont subi de fortes atteintes avec le temps. Il en est de même pour Plopăt où nous avons constaté 3 couches différant plutôt par la couleur de l'argile que



par leur contenu (fig. 14—15). Parmi les outils de la couche inférieure on peut trier une série de racloirs, coups de poing, à patine profonde, ayant peu de traces de taille comme ceux préchelléens de Saint Acheul. Ici, comme ailleurs (à Cocini sur la plus haute terrasse où ont été faites des fouilles (fig. 17, 18), Prosele (fig. 15, 16), les traces de foyers et de faune font défaut. Nous avons affaire à des ateliers de grande extension où les outils n'ont été taillés qu'à demi; par conséquent leur détermination est rendue très difficile. Il est de toute évidence que certains coups de poing portent les traces de la taille acheuléenne. Vient ensuite le grand nombre des disques. Le grand nombre des nucléus, des éclats de fabrication sont des phénomènes bien connus dans les ateliers de ce genre.

A la limite dite Dudain de la commune Valeamare l'opale se trouve in situ. L'outillage se trouve dans une couche d'argile brune. Son caractère, est, en partie, La Micoque (fig. 18—21). Il en est de même des outils se trouvant à la limite dite Gruiu de la même commune (fig. 22). Ici, cependant, la base de la couche d'argile brune, épaisse de 0,60 cm. nous a fourni des esquilles d'os et de charbons dont la détermination n'a pas encore été faite.

Les figures 23—28 représentent des outils extraits de la haute terrasse de Coasta Cremenii se trouvant à la limite des villages Basarabasa et Brotuna, sur la rive droite de Crişul Alb. Ils sont en opale commun et ont été recueillis à la surface ou, en moindre quantité, extraits de l'escarpement de la terrasse, de certaines mines ovales ou de leur pourtour. De tels trous, véritables mines, ont été constatés également à Prevaleni et Valea Bradului. Le caractère des outils, presque tous à demi taillés, est chelléen ou acheuléen. Certains peuvent être considérés comme types la Micoque.

La recherche des ateliers d'après l'opale ne m'a jamais trompée; à Bicsad même (fig. 29—31) j'ai constaté des ateliers en plusieurs endroits.

* * *

En ce qui concerne le Moustérien, à part les produits épars (Turea, Andraşhazapusta, Cluj, Cardoş, Turnişor) et le résultat des fouilles préliminaires (Lorâu, Crăciuneşti, Moneasa), les recherches entreprises à l'entrée et à l'intérieur de la grotte de Cioclovina ainsi que celles de Federi et d'Ohaba Ponor nous ont fourni d'abondantes données. Voir les figures dans l'article précédent „Nota preliminară”. Les meilleurs résultats proviennent de la grotte d'Ohaba Ponor où, sous une couche mince d'Aurignacien inférieur, nous avons constaté quatre couches du Moustérien moyen renfermant la faune suivante : *Ursus spelaeus*, *Hyaena spelaea*, *Felis*



leo spelaea, *Felis silvestris*, SCHREBFELD, *Equus ferus*, *Equus Abeli*, *Bos* sp. ou *Bison*, *Ovis argaloides* NEHRING, *Felis pardus*, *Cervidae*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Lutra lutra*. La matière première est représentée surtout par le quartz blanc, ensuite par l'opale creuse, l'hydroquartzite; le silex est rare. Durant le dépôt de la III-ème couche on travaillait également l'os. C'est toujours dans cette couche qu'on a trouvé un doigt d'homme.

* * *

Le racloir aurignacien de Iona Săsească a été trouvé seul. Les découvertes de J. TEUTSCH et les miennes de Sita Crăciunești sont déjà bien connues; il en est de même quant aux résultats obtenus à l'intérieur de la grotte de Cioclovina et ceux dérivant des outils découverts dans la grotte d'Igriți près de Peșterea. On n'a pas encore publié les menus outils en os et silex trouvés dans la couche supérieure de la grotte d'Ohaba Ponor dont l'âge est aurignacien inférieur. Des traces d'Aurignacien moyen ont été également découvertes par M. JULIEN MARȚIAN à Mintiul Român.

Les traces du Solutréen sont représentées par quelques pointes de Sita (fig. 32—33) et du lit de Părăul Creminoși, près Josășel (fig 34).

Le Magdelénien a été constaté dans une seule grotte: celle de Soameșul Rece où le défunt ANTOINE KOCH avait trouvé une lame en silex et des tibias de loup perforés.



CONTRIBUȚIUNI LA STUDIUL APELOR SĂRATE DIN FORMAȚIUNILE DE PETROL *)

DE

P. PETRESCU

I

Petrolul, în zăcământ, se găsește asociat — în mod constant — cu gaze și ape sărate.

Rolul apei, ca agent fizic, în mișcarea și migrațiunea petrolului a fost recunoscut de mult timp, stând la baza tuturor teoriilor emise asupra condițiilor de acumulare și zăcământ a petrolului.

Apele sărate au preocupat atențiunea tehnicienilor petroliști încă din primul moment: ei trebuiau să asigure zăcămintele de petrol de pericolul inundării lor cu ape sărate.

Studiul chimic al apelor sărate, precum și legătura genetică ce ar exista între aceste ape și petrol, chestiuni de mare importanță — atât din punct de vedere al posibilităților de prospecțiune, cât și din punct de vedere pur științific — au făcut obiectul unor cercetări speciale, relativ târziu.

Cele dintâi lucrări se datoresc chimiștilor ruși A. POLITIZIN ¹⁾ și K. KARITSCHKOF ²⁾ cari, cei dintâi, au publicat date destul de complete asupra apelor din zăcămintele de petrol. Apoi ENGLER și HOEFER ³⁾ și în ultimul timp chimiștii americani CHASE PALMER ⁴⁾ ROGER SHERBURNE ⁵⁾

*) Comunicat în ședința Inst. Geologic dela 3 Aprilie 1925.

¹⁾ A. POLITIZIN: Zusammensetzung des die Naphta begleitenden und aus Schlammvulkan ausströmenden Wassers. Ber. Bd. 15 p. 3099 b. 1882.

²⁾ K. KARITSCHKOFF: Analyse des Wassers aus den Borlöchern des Groznyschen Bezirkes. C. B. 1907.

³⁾ C. ENGLER u. H. HOEFER: Das Erdöl.

⁴⁾ CHASE PALMER: Geochemical interpretation of water analyses. U. S. Geol. Survey Bull. 479 1911.

⁵⁾ G. SHERBURNE ROGERS: Chemical relations of the oilfields waters in San Joaquin Valley. U. S. Geol. Survey Bull. 653 1917.



VAN MILLS, ROGER C. WELLS, ¹⁾ C. V. MENDENHALL, B. R. DOLE etc. ²⁾ au prezentat un material bogat de date, alături de enunțări noi, cu privire la formarea și natura apelor sărate.

La noi chestiunea apelor sărate a fost prezentată de D-I Prof. I. MRAZEC ³⁾.

Se știe că apele din zăcămintele de petrol au în totdeauna o salinitate superioară celeia a apelor dulci. Prin *salinitate* înțelegem concentrațiunea în săruri aflată în soluțiunea unei ape. Unii chimiști americani, folosesc noțiunea de salinitate în o anumită accepțiune chimică, după cum vom vedea mai târziu.

Salinitatea, fiind formată în cea mai mare parte din clorură de sodiu, face ca aceste ape să aibă un gust sărat. Gradul de salinitate al acestor ape este foarte variat: uneori este atât de ridicat în cât sunt niște adevărate saramuri.

Unele dintre apele sărate se găsesc în contact cu petrolul; altele sunt învecinate, izolate de petrol prin strate impermeabile. În categoria acestor ape intră și apele sărate cari au fost cândva asociate cu petrolul.

Rocele de acumulare vor fi — ca și pentru petrol — roce necimentate. În aceste roce și sub nivelul hidrostatic, în afară de cazuri rare, apele sărate se vor afla în stare de echilibru static.

Circulațiunea acestor ape, atunci când ele circulă, este rezultatul acțiunii unor factori dinamici atât interni, cum ar fi tensiunea zăcămintului, cât și a celor externi, datoriti modificării condițiilor tectonice.

Apele sărate din zăcămintele petrolifere se găsesc în strânsă asociație cu petrolul din formațiunile primare. Această clasă de ape, când sunt singenetice cu formațiunea în care se găsesc, fac parte din categoria apelor caracterizate în terminologia americană cu denunirea de „connate water”.

D-I Prof. MRAZEC numește aceste ape: ape fosile sau veterice.

Aceste ape înglobate odată cu formațiunea în cari se găsesc sunt sus-trase definitiv circulațiunii prin scufundarea geosinclinalelor de depunere.

După punerea lor în zăcământ, au suferit în strat alterațiuni foarte complicate. Unele sunt de natură fizică: concentrări sau diluări; altele de natură chimică. Gradul de alterațiune este cu totul dependent de fac-

¹⁾ VAN MILLS and ROGER C. Wells: The evaporation and concentration of water associated with Petroleum. U. S. Geol. Survey Bull. 1919.

²⁾ MENDENHALL W. C., B. R. DOLE and H. STABLER: Ground water in S. Joaquin Valley Water-Supply Paper 398, 1916.

³⁾ L. MRAZEC: Despre compozițiunea apelor de zăcământ din formațiunile de petrol și origina iodului lor. Dări de seamă ale ședințelor Inst. Geol. Idem Lecțiuni asupra zăcămintelor de petrol. Analele Mînelor Vol. V 1922.



torii : rocă, apă, natura salinității apei, hidrocarburi și natura gazelor din zăcământ.

Alterațiunea nu poate trece peste o anumită limită. Această limită reprezintă echilibrul chimic ce se stabilește între toți acești factori, în condițiunile fizice ale zăcământului.

Compozițiunea chimică a unei ape de zăcământ va fi deci rezultanta complexului de alterațiuni datorită condițiunilor de zăcământ. Echilibrul chimic din compozițiunea apei va fi echilibrul chimic datorit condițiunilor de zăcământ al apei.

Schimbările condițiunilor de zăcământ, perturbând relațiunile de echilibru, vor atrage după sine stricarea echilibrului chimic din compozițiunea apei. Acest fapt — după cazuri — se va traduce prin ceea că se imprimă apei proprietăți de dizolvare sau depunere.

Compozițiunea chimică la un moment dat a unei ape, ne arată natura și gradul alterațiunilor suferite, precum și proprietățile rezultate.

II

Compoziția chimică a unei ape depinde de proporția în care diferiți radicali intră în echilibrul chimic al apei.

Voi încerca, aşadar, a da câteva considerațiuni tehnice asupra modului de exprimare al datelor analitice.

După modul vechi de exprimare, buletinul de analiză arăta proporțiile de săruri cari, hipotetic, ar fi trebuit să existe în apă. Ori în lumina concepțiunilor actuale este greu de stabilit în ce măsură ar putea exista, ca atare, anumite săruri în apă.

Apele sunt în general soluțiuni complexe de săruri și gaze. Gradul de disociare al sărurilor, ca în orice soluțiune, va depinde de : natura sărurilor și de concentrațiunea lor.

Scăderea gradului de congelațiune cât și variațiunea conductibilității electrice — determinări obișnuite pentru aflarea gradului de disociare în cazul soluțiunilor simple — nu ne pot da lămuriri precise asupra stărei de disociare a sărurilor aflate în apă.

Determinarea eventualelor săruri conținute în apă prin metoda cristalizărilor succesive ar da, pe asemenea, cu totul alte rezultate. Depunerea sărurilor este condiționată de legi cu totul independente de starea inițială de disociare.

În ipoteza unei disocieri totale, va trebui să admitem, că pentru fiecare bază, vom avea atâtea săruri câți radicali acizi s'au găsit. În acest caz, dacă s'a dozat 4 baze și 4 acizi, numărul total al sărurilor va trebui să fie 16.



Pentru aceste motive, exprimarea datelor analitice sub această formă este pur convențională. Pentru scopuri balneologice este totuși curentă, exprimarea datelor analitice și sub forma de săruri. Practica terapeutică în uz, reclamează numai decât indicarea eventualelor săruri aflate în apă.

Un mod de exprimare curent și foarte precis, care permite suficiente comparațiuni, este exprimarea sub formă ionică, adică exprimarea greutății fizice a diferiților radicali chimici raportată la o anumită cantitate de apă.

Greutatea fizică a unui radical nu ne dă — deadreptul — și valoarea lui chimică, așa că, în acest fel, de și se exprimă exact compozițiunea chimică, nu se evidențiază și posibilitățile de compensare ale afinităților chimice a diversilor radicali, prin cari am putea avea lămuriri asupra proprietăților apei.

Toți radicalii trebuiesc, în mod necesar, să se combine după legea numerelor proporționale adică a echivalenților de combinație (reacție). Astfel considerate lucrurile, vom vedea cum capacitatea de reacție a unei unități de greutate, este mai mare pentru magneziu de exemplu decât a unei unități de radical sulfuric (SO_4).

În adevăr 24,32 părți de magneziu se combină complet cu 96 părți SO_4 . Combinațiunile între radicali au loc, în raport cu valențele lor, după echivalenții lor de reacțiune corespunzători la 8 părți de oxigen. Echivalenții de reacție (combinație) între magneziu și radicalul sulfuric vor fi: 12,16/48; iar între magneziu și clor: 12,16/35.

Transformarea datelor analitice din formă de ioni în cea de echivalenți, destul de laborioasă, a fost simplificată de H. STABLER¹⁾. Acesta a stabilit pentru fiecare radical-ion un factor numit *coeficient de reacțiune*, care multiplicat cu cifra greutății radicalului-ion dă valoarea echivalentului său. Acest coeficient de reacțiune nu este altceva decât raportul dintre numărul corespunzător valenței și greutatea atomică a radicalului respectiv. În fine pentru că cifrele ce rezultă sunt prea mici valoarea obținută pentru echivalenți se exprimă în unități de 1000 ori mai mici: miligrame-echivalenți sau mili-echivalenți.

CHASE PALMER,²⁾ utilizând valorile echivalenților de reacțiune a diferiților radicali sau grupe de radicali, a dedus un sistem de prezentare a datelor analitice, care a fost adoptat de geochimiștii anglo-saxoni.

CHASE PALMER arată că proprietățile chimice ale apei ar fi determinate

¹⁾ H. STABLER: The industrial application of water analyses. U. S. Geol. S. Water-Supply Paper 274 1911.

²⁾ CHASE PALMER: Geochemical interpretation of water analyses. U. S. Geol. S.-Bull. 479 1911.



de proprietățile radicalilor, ionilor, aflați în echilibrul apei. În consecință : radicalii sunt grupați în patru mari grupe, după proprietățile lor comune :

- a) Grupa radicalilor, ionilor, alcalini : Na^+ , K^+
- b) Grupa radicalilor alcalino-terosi : Ca^{++} , Mg^{++}
- c) Grupa radicalilor, ionilor acizilor tari : Cl^- , NO_3^- , SO_4^{--}
- d) Grupa radicalilor, acizilor slabi : HCO_3^- , CO_3^{--} , SH^- , S^{--}

Proprietatea imprimată de acizii tari o numește *salinitate*, iar aceea imprimată de acizii slabi : *alcalinitate*. Fiecare din aceste proprietăți va fi *primară* când compensarea se face cu metale alcaline, aceasta în legătură cu faptul că metalele alcaline au fost principalii produși de solubilizare din formațiunile primare, și se va numi *secundară* când compensarea se face cu metale alcalino-teroase, din cauză că aceste elemente sunt preponderente în formațiunile secundare.

După echilibrele care se pot stabili între cele patru grupe de radicali ar rezulta patru proprietăți posibile în compozițiunea apei, numite de CHASE PALMER *proprietăți generale* și anume :

1. *Salinitate primară* proprietatea rezultată din compensarea acizilor tari (HCl , SO_4H_2 și NO_3H) cu metale alcaline (Na sau K).

2. *Salinitate secundară*, proprietatea rezultată din compensarea excesului disponibil de acizi tari cu metale alcalino-teroase (Ca , Mg).

Această proprietate formează duritatea permanentă din ape.

3. *Alcalinitate primară*, proprietatea ce ar rezulta din compensarea acizilor slabi (acidul carbonic, respectiv bicarbonic, sulfuros și sulfhidric) cu un exces disponibil de metale alcaline.

4. *Alcalinitate secundară*, proprietatea corespunzătoare compensării unui exces de radicali ai acizilor slabi cu un eventual exces de radicali ai metalelor alcalino-teroase.

Alcalinitatea secundară formează ceea ce noi numim în mod curent duritatea temporară a apelor.

După proprietățile generale conferite apelor de către compozițiunea lor, toate apele de circulație sau de zăcământ se grupează, de acest autor, în următoarele două tipuri mai importante :

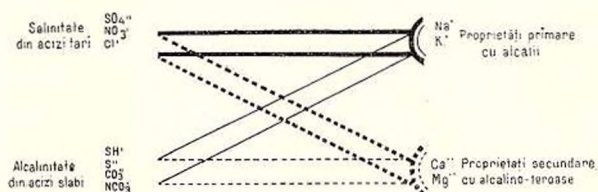
Tipul I cu	{	Salinitate primară
	{	Alcalinitate primară
	{	Alcalinitate secundară
Tipul II cu	{	Salinitate primară
	{	Salinitate secundară
	{	alcalinitate secundară



Din aceste două tipuri putem să derivăm toate celelalte tipuri posibile, dacă din proprietățile tipurilor I și II, păstrând una din proprietăți, vom elimina succesiv câte una din celelalte două proprietăți.

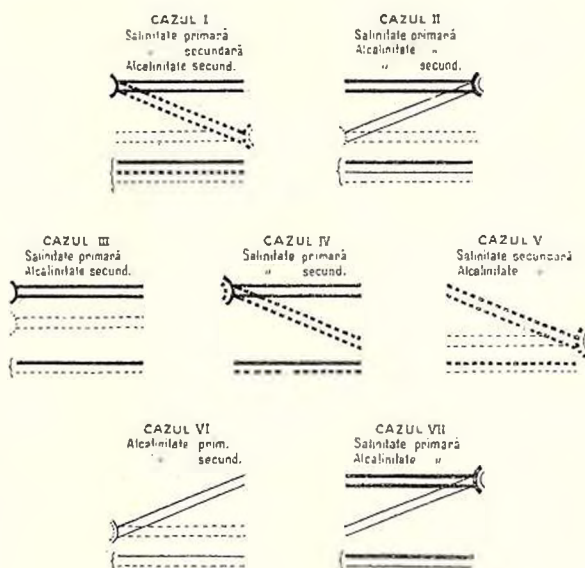
PLANȘA I

PROPRIETĂȚILE GENERALE ALE APELOR
DUPĂ SISTEMUL LUI CHASE PALMER



LEGENDA

	Proprietățile primare rezultate din compensarea salinității
	„ „ „ „ „ „ alcalinității
	„ secundare „ „ „ salinității
	„ „ „ „ „ „ alcalinității



Legende: Les traits forts représentent les propriétés de la salinité: le trait plein — la salinité primaire, le trait pointillé... la salinité secondaire. Les traits faibles les propriétés de l'alcalinité: le trait plein — alcalinité primaire, le trait pointillé... alcalinité secondaire :

- Cas I. Salinité primaire, salinité secondaire, alcalinité secondaire (eau type I)
 Cas II. Salinité primaire, alcalinité primaire, alcalinité secondaire (eau type II)
 Cas III. Salinité primaire, alcalinité secondaire (eau type III)
 Cas IV. Salinité primaire, salinité secondaire (eau type IV)
 Cas V. Salinité secondaire, alcalinité secondaire (eau type V)
 Cas VI. Alcalinité primaire, alcalinité secondaire (eau type VI)
 Cas VII. Salinité primaire, alcalinité primaire (eau type VII)

După CHASE PALMER proprietățile : alcalinitatea primară și salinitatea secundară sunt incompatibile între ele. Una excluzând pe cealaltă, urmează că nu ar fi posibil ca aceste două proprietăți să fie întâlnite împreună în echilibrul chimic al vreunei ape.

În reprezentarea grafică de mai jos (fig. I) simbolizez aceste enunțări.

Proprietățile ce se exclud din echilibrul chimic al unei ape sunt acelea cari se intersectează în reprezentarea noastră grafică.

Valorile numerice ale acestor diferite *proprietăți*, CHASE PALMER le raportează la sută față de suma totală a acestor *proprietăți*.

În reprezentarea pe care o dau mai sus, lungimea diferitelor linii, cari reprezintă diferite proprietăți aflate în apă, raportate la o scară oarecare ar da deadreptul valorile acestor proprietăți.

Virtual, simplificarea pe care sistemul lui CHASE PALMER o aduce ca încheiere a analizei apelor, reducând datele analitice la exprimarea unor valori a unor proprietăți cunoscute, ar face mai accesibilă citirea buletinelor de analiză.

Lăsând la oparte faptul că acest sistem nu este cunoscut îndeajuns, am găsit cu cale să nu-l adoptăm pentru că acest sistem de și pornește de la enunțări juste, totuși face omisiuni esențiale.

1. Acest sistem nu lămurește proprietățile ce ar conferi apei eventuala prezență, a unor metale, în echilibrul chimic al apei, spre exemplu : ferul. Probabil pentru a evita crearea de proprietăți noi — ceea ce alți chimiști nu au putut evita ¹⁾ — CHASE PALMER consideră întotdeauna ferul în stare coloidală, deci neionizat. Ori acest lucru nu poate fi exact, după cum nu poate fi întotdeauna exact că Si O_2 se află, întotdeauna, în stare coloidală în ape.

Deasemeni în acest sistem se ignorează rolul amoniului, iodului, bromului și al acizilor naftenici — aceștia aflați în soluție ca săruri — pe cari de altfel nu i-am găsit menționați în nici o analiză cunoscută de ape sărate ale chimiștilor americani. Proprietățile specifice ale ionilor NH_4 , I și Br' ar presupune și ei proprietăți noi.

2. În acest sistem proprietățile : salinitatea secundară și alcalinitatea primară se exclud una pe alta din echilibrul chimic al unei ape. Ele nu pot exista simultan.

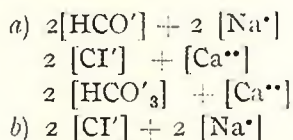
Cu toate acestea, foarte numeroase analize de ape minerale, ²⁾ arată în mod constant și neîndoelnic că pot exista, sigur, aceste proprietăți împreună, atunci când în echilibrul chimic al apei se află alcalinitate primară, formată cu ionul bicarbonic $[\text{HCO}_3]$.

¹⁾ Personal, în sensul acestui sistem, am numit — lucru constatat apoi și la alți chimiști — compensarea acidului bicarbonic cu ferul : alcalinitate terțiară.

²⁾ Deutsches Bäderbuch 1914.



Experimental, am dovedit aceasta făcând soluțiuni, la rece și fără precipitare, de bicarbonat de sodiu $[\text{HCO}_3\text{Na}]$ și clorură de calciu $[\text{Cl}_2\text{Ca}]$. Pentru explicarea acestei soluțiuni, nu se poate admite de cât cu prezența următoarelor două echilibre;



Gruparea de afinități *a)* nu poate fi admisibilă după sistemul lui CHASE PALMER. Pentru justificarea echilibrului soluțiunii rămâne valabilă numai gruparea *b)* prin formarea unei ape de tipul III (vezi Planșa I). Deci pentru salvarea principiului acestui sistem, va trebui în mod forțat să admitem o regrupare de afinități în echilibrul soluțiunii. Ori dacă aceasta este posibil pentru ionul bicarbonic $[\text{HCO}'_3]$, nu tot astfel va fi posibil, aceasta, pentru ionul carbonic $[\text{CO}''_3]$.

3. Sistemul suferă, chiar și principial, în enunțarea lui.

Astfel, autorul spune că prin compensarea diferitelor grupe de radicali se imprimă apei diferite *proprietăți*: salinitate primară, alinitatea secundară, alcalinitate primară și alcalinitate secundară.

Admițând acest mod de a vedea, ar trebui --- prin însăși definițiune --- să admitem că apa activează chimicește oricând prin aceste proprietăți; ceea ce nu este cazul întotdeauna.

Sunt cunoscute îndeajuns cazurile, când apa se comportă ca un agent chimic și nu este locul a stării aci. În cadrul acestui sistem, apa prezintă o recrudescență a manifestărilor sale atunci când ar poseda proprietățile alcalinității.

Așa dar, socotesc că termenul de *proprietăți* care, în accepțiunea sa curentă, depășește accepțiunea voită de autor, s'ar putea înlocui cu acela de *caracteristice* sau *caracteristice generale*. Din natura acestora urmează să se deducă proprietățile apei.

Nu am adoptat acest sistem de exprimare și pentru motivul că, apele din formațiunile de petrol nu se pot situa, cu precizie, în nici una din tipurile stabilite. Aceste ape posedă echilibre destul de variate pentru a se putea clasa, aproape în toate tipurile ¹⁾.

Ca încheiere a acestui capitol urmează că, exprimarea corectă a datelor analitice, la adăpost de orice obiecțiune, va fi aceea care să co-

¹⁾ Ulterior acestei comunicări, C. E. REISLE Jr. în lucrarea sa: Identification of oil-field waters by chemical analysis, Washington 1927 arată că este posibil ca pentru ape cu compoziție chimică destul de diferită, în cari chiar valorile procentuale ale echivalențelor de reacție a diversilor ioni este diferită, să se poată obține totuși valori procentuale identice pentru diferitele proprietăți deduse după CHASE PALMER.



prindă, nu numai greutatea fizică a ionilor diferiților constituenți chimici dozați dar și echivalenții corespunzători.

Compozițiunea specifică a apei, rezultată din natura, proporția ca și din prezența sau lipsa unor anumiți radicali chimici, este singurul criteriu real, care permite analistului să tragă concluziuni asupra naturii apei.

III

Am arătat, precedent, că compozițiunea apelor de zăcământ este rezultanta unei serii de influențe de natură chimică și fizică, pe cari le-au suferit încă de la sedimentarea lor, indiferent dacă ulterior au circulat cu mai multă sau mai puțină ușurință. Prin scufundarea stratelor — și sub presiunile cari au luat naștere — spațiile poroase fiind comprimate, apa conținută a fost expulzată, și a rezultat, după cazuri, nu numai întăriri dar chiar cimentări: fie prin sărurile aflate în soluțiune, fie prin regrupările constituenților minerali ai sedimentelor. Apa aflată în pori și interstiții, expulzată prin compresiune, este silită — a migră după suprafețe de mică presiune — în rocele de acumulare.

Este greu de admis că apa ar fi putut rămâne în nămolurile de sedimentare, după întărirea sau cimentarea lor. Rezultă deci că, în condițiunile actuale de acumulare, este puțin probabil să se poată găsi o apă de sedimentare primară în stat „connate water”. Actualele ape de zăcământ, adică acelea sustrate circulațiunii, sunt — în generalitatea cazurilor — dacă nu secundare, dar un amestec de apă primară cu alte ape străine.

Variațiunile în salinizare ca și în natura salinizării pe cari le pot prezenta apele în strat, oricare le-ar fi origina: meteorice, superficiale, vadoase sau de sedimentare, ca și sensul circulațiunii lor descendent, ascendent ori lateral — sunt tot atât de numeroase ca și cauzele determinante. În acest complex de condițiuni, este, desigur, greu a se preciza aceste variațiuni, a le deosebi sau a le conexe în vederea unei sistematizări științifice. Pentru aceasta, ele nu pot fi urmărite decât în linii generale.

În compozițiunea apelor din zăcămintele petrolifere întâlnim un complex de variațiuni similare, cari sunt produse, în general, de cauze mai mult sau mai puțin constante și în parte chiar cunoscute. Ca consecință: constatarea acestor variațiuni ne permite, până la un punct, identificarea lor.

Variațiuni evidente se constată pe deoparte la nitrați și sulfați, cari pot fi reduși până la totală dispariție a lor, la creșterea în carbonați și bicarbonați, clorură de calciu, și magneziu, iod, brom și acizi nafenici pe dealtă parte.

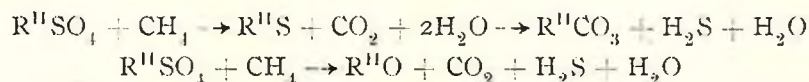
I. **Reducțiunea sulfaților.** Toate analizele au demonstrat că, în pân-



zele de apă aflate sub influența petrolului, conținutul în sulfați scade. Această scădere merge până la dispariție completă, atunci când apele sunt în contact direct cu petrolul.

Pentru explicarea reducțiunii sulfaților BISCHOF¹⁾ este cel dintâiu, care căutând a explica origina unor depozite de sulf, a admis posibilitatea reducțiunii sulfaților de către materiile organice, în timp ce ele s'ar oxida.

HÖFER²⁾ explică această reducțiune a sulfaților prin acțiunea hidrocarburilor. În substanță, reacțiunea s'ar petrece astfel :



Procesul acesta de reducțiune este greu de explicat și nu se poate petrece cu orice hidrocarbură. În tot cazul el pare să aibă loc în stadii diferite. Acțiunea diferitelor serii de hidrocarburi, după condițiuni și capacitatea lor de reacțiune, se eșalonează în cursul acestor stadii.

KARITSCHKOF³⁾ a demonstrat *in vitro* posibilitatea acestor fenomene de reducțiune. Observațiuni ulterioare făcute de MURRAY și JRVINE⁴⁾ pentru Oceanul Atlantic, van DELDEN⁵⁾ pentru Marea Nordului, ca și de LEBEDINZEV⁶⁾, ANDRUSOV⁷⁾, etc. pentru Marea Neagră, au demonstrat reducțiunea sulfaților din nămolurile de pe fundul oceanelor și mărilor, prin acțiunea bacteriană.

Lipsa sulfaților este un fenomen constant în apele aflate sub influența hidrocarburilor în toate formațiunile de petrol cunoscute din Europa, Asia, și America.

În multe ape, din formațiuni de petrol în America, se întâlnesc totuși sulfați. Cu siguranță că rezistența acestor sulfați la reducțiune se datorește rezistenței specifice datorită sulfatului de sodiu prezent în aceste ape.

2. Creșterea conținutului în bicarbonați este iarăși generală în apele din formațiunile petrolifere. Această creștere este maximă, la

¹⁾ G. BISCHOF: Chem. u. phys. Geologie II 144—164 1851

²⁾ C. ENGLER u. H. HÖFER: Das Erdöl Bd 2 pag. 28 1909.

³⁾ K. KARITSCHKOF: The waters in petroleum wells. Petroleum Rev. 2 1913.

⁴⁾ J. MURRAY and R. JRVINE: On the chemical changes which take place in the composition of sea water associated with blue muds on the floor of the ocean. Roy Soc. Edinburgh Trans. Vol. 37 p. 481.

⁵⁾ A. van DELDEN: Beitrag zur Kenntniss der Sulfat-reduktion durch Bakterien. Centralbl. Bakteriologie Bd. 2 pp. 92—94, 113—119, 1903.

⁶⁾ A. LEBEDINZEV: Vorläufige Mittheilung über den chemischen Untersuchungen des Schwarzen und Asowischen Meeres in Sommer 1891. Soc. Naturalistes à Odessa. Vol. 16, f. 2. p. 149. 1891.

⁷⁾ N. ANDRUSOV: Physical explorations in the Black Sea Bull. d. Soc. impèr. de géogr. Vol. I 1893.

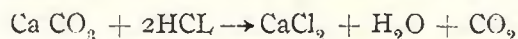


contactul cu formațiunea de petrol. În acest caz carbonații trec complect în bicarbonați, ca rezultat al intervențiunii acidului carbonic din gazele de petrol. În aceste ape se află și mici cantități, variabile, de bicarbonat de fer.

Carbonații-- bicarbonații lipsesc — sunt în cantități mici în apele mărilor și ale oceanelor, iar carbonații și bicarbonații cu cari se încarcă apele meteorice la căderea lor pe suprafața pământului neinteresând decât o redusă pătură superficială a solului, rezultă că proveniența lor în apele de zăcământ va fi ulterioară sedimentărei ei.

Ațiunea reducțiunii sulfatilor din nămolurile de depunere înlesnește, după constatările făcute de MURRAY și JRVINE¹⁾, solubilizarea carbonatului de calciu și magneziu, făcând să crească alcalinitatea apei. Creșterea în carbonați, prin remanierea sulfatului de calciu, este un fenomen general.

Creșterea în carbonați pare să fie în legătură cauzală și cu posibilitatea ce au aceste ape, ca în anumite condițiuni, prin hidroliză, să pună în libertate acid clorhidic, care ar descompune carbonații prezenți :



Această reacțiune ar aduce lămuriri și asupra prezenței constante a clorurei de calciu în apele sărate de zăcământ.

3. **Amoniul** este prezent în toate apele sărate din zăcămintele de petrol. Nu l'am găsit niciodată menționat în numeroasele analize făcute de chimiștii americani; deasemenea, nici în analizele apelor sărate din zăcămintele românești. K. KARITSCHKOF²⁾, în analizele apelor dela Grozny, arată prezența lui în acele ape.

Origina amoniului din aceste ape trebuie să fie în parte primară datorită descompunerii organismelor viețuitoarelor, deși ar putea — tot atât de bine — să die o acumulare de amoniu mineral, dată fiind răspândirea sa. Prezența amoniului în apele de zăcământ, pare că, se datorește însă și petrolului, din care ape l'ar lua fie direct sub această formă sau din descompunerea oarecăror derivați aminici.

În adevăr în apele din formațiuni mai vechi amoniul se află în cantități cu mult mai reduse decât în apele din formațiuni mai noi.

De unde în apele din Helvețian cantitatea de amoniu este de circa 0,007 grame la litrul de apă, crește în Meoțian la 0,024 grame, pentru a ajunge în Dacian la 0,369 grame la Kilogramul de apă.

Explicarea acestui fenomen o putem găsi: fie în natura diferită a petroleurilor deci și a compușilor cu azot conținuți, fie în schimbările

¹⁾ I. MURRAY and R. JRVINE loco citata.

²⁾ K. KARITSCHKOF: Ueber die Analyse des Wassers aus den Borbochern des Grosny-schen Bezirkes.



intime în constituțiunea petroleului ce au avut loc în epoce geologice posterioare formării sale.

4. **Acizii naftenici**, acizi mai puternici decât acidul carbonic, se găsesc — sub formă de săruri — numai în apele asociate cu petrolul. Prezența lor este datorită tocmai acestei asocieri. Compoziția lor este foarte variabilă. Ei variază cu natura țițeiului.

Cantitățile cele mai mari se găsesc în apele din formațiunile mai noi.

Prezența lor în apele din zăcămintele de petrol nu am găsit-o menționată, decât indirect, în lucrarea citată a lui Karitschkoff, asupra apelor sărate dela Grozny, sub numele de substanță organică solubilă.

Solubilizarea acestor acizi are loc în cazul când petrolul vine în contact cu ape cari au un grad oarecare de alcalinitate, fenomenul reducându-se în definitiv la o neutralizare a acizilor naftenici.

Experimental am dovedit aceasta agitând petrol, în prealabil spălat, timp de trei ore, cu o slabă soluțiune apoasă de bicarbonat de magneziu. După separarea lichidelor, am recunoscut în soluțiune prezența acizilor naftenici, respectiv a naftenaților de magneziu.

Natura acizilor naftenici din apele sărate din zăcămintele de petrol din România este diferită, nu numai pentru formațiuni de vârstă diferită dar chiar pentru formațiuni de aceeași vârstă. În general acizii naftenici din apele sărate meoțiene au o fluiditate mai marcată decât cei din formațiunile daciene. Interesant este că, acizii naftenici din apele sărate ale meoțianului exploatat la Runcu, diferă total de acizii naftenici aflați în apele sărate din formațiunile meotice exploatate la Ochiuri și Pleașa. Apele sărate din formațiunile meotice ale acestor două schele trebuie să conțină acizi cu moleculă mică ca acidul butiric, caproic, valerianic etc. recunoscuți ușor prin pătrunzătorul miros ce degajă aceste ape, prin acidulare. Ori acest lucru nu se constată pentru apele dela Runcu.

Acești acizi fiind niște acizi slabi sunt ușor dislocați din combinațiunile lor de către acizii minerali, mai tari.

Din această cauză, dacă acidulăm aceste ape, ele capătă aspectul unor emulsiuni, uneori foarte tulburi, cum se întâmplă cu apele din Dacian. Pentru a se putea cunoaște natura acestor acizi ei trebuiesc extrași, apoi, cu ajutorul a diferiți solvenți cum ar fi eterul, eterul de petrol sau benzina mai ușoară.

Operațiunea de extragere este destul de dificilă pentru că toți acești solvenți sunt foarte volatili și mai ușori ca apa.

Pentru înlesnirea acestei operațiuni mi-am construit un aparat de extracție propriu.

Acest aparat este complet din sticlă. El se compune din două părți distincte (vezi fig. 1) și anume :



1. Un corp fierbător (A) din care, prin tubul mai larg *a*, pleacă vaporii solventului; iar prin tubul mai strâmt *b*, solventul, împreună cu substanța extrasă, se reîntoarce în corpul fierbător.

2. Un corp extractor (B). Această parte a aparatului coprinde și un refrigerent (R) în care vaporii solventului veniți prin *a* sunt condensați.

Corpul extractor propriu zis se compune dintr'un cilindru larg de sticlă, terminat la partea sa inferioară cu un tub cu robinet. Acest cilindru comunică prin *c* cu corpul fierbător. De capătul său superior și dealungul axei lui se află sudat un tub care pătrunde cât mai aproape de fundul cilindrului. Aci tubul are patru ramificațiuni, cari sunt perforate în părțilelor superioare. Pe acest tub se află sudat, din loc în loc, o serie de șicane : unele sunt în formă de plăci drepte cu un diametru mai mic iar altele în formă de plăci conice, cu diametru aproape cât al cilindrului, având deschiderea în jos. Acestea din urmă sunt perforate în apropierea regiunii de sudură. Partea superioară a tubului se îmbină prin o porțiune șlefuită de refrigerent. Lungimea *l* este destul de convenabil aleasă pentru ca valoarea ei, oricare ar fi solvantul, să aibă o valoare mai mare decât raportul :

$$\frac{\text{Densitatea lichidului}}{\text{Densitatea solvantului}}$$

Toate porțiunile de legătură a diferitelor conducte ale aparatului sunt șlefuite. Direcțiunea de închidere a părților șlefuite este în sensul direcțiunei de circulație a vaporilor sau lichidului de extracție. În o singură regiune a tubului *b* s'a intercalat o legătură cu dop de plută în scop de a reduce din rigiditatea aparatului și de a ușura manipulațiunea lui.

Acest aparat prezintă următoarele avantaje :

- a) Manipulări cu cantități destul de mari de apă, chiar până la un kgr.
- b) Extracțiune automată și continuă până la completă epuizare.
- c) Posibilitatea evacuării și înlocuirii apei epuizate fără a demonta aparatul.

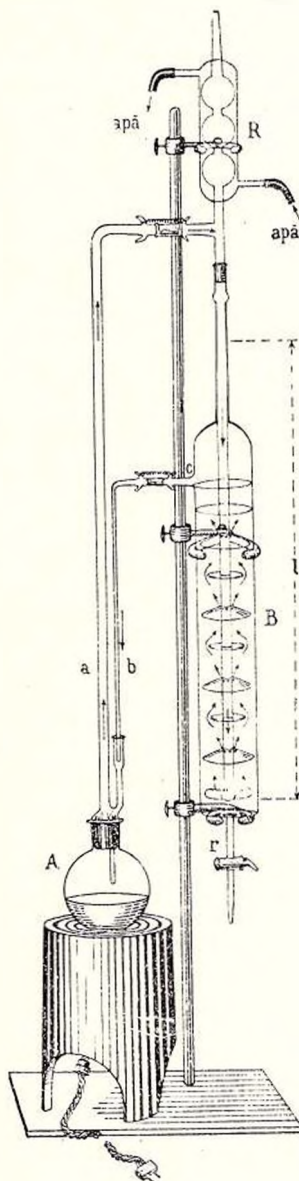


Fig. 1

5. Iodul trebuie considerat ca element primar în compozițiunea chimică a apelor de zăcământ. Iodul provine din descompunerea microorganismelor și a plantelor marine, acumulate de iod, ca : *Fucus*, *Laminaria* etc. înglobate în nămolurile de depunere. Prin solubilizare, el a trecut în apele de sedimentare.

Legând modul actual de răspândire al iodului cu faciesul organic al rocilor mume ale petrolului, se vede că aceste roce corespund tocmai cu o intensivă dezvoltare a unei vieți vegetale și microorganismelor¹⁾.

Astfel privită origina iodului din apele sărate, suntem conduși să admitem că iodul va trebui să fie răspândit și în alte ape de zăcământ, chiar dacă nu corespund faciesurilor petrolifere.

Observațiunea își găsește aplicarea, cel puțin parțial, și în ceea ce privește amoniul.

Bromul este primar în compoziția apelor de zăcământ. El intră în compoziția chimică a apei mărilor și oceanelor.

Ceilalți componenți chimici, ca și concentrațiunea apei, nu sunt elemente conducătoare, neputându-se trage concluziuni din variațiunea lor.

În general apele din formațiunile noastre petrolifere, ca și cele din Galiția sau Caucaz, sunt caracterizate prin o salinitate cu mult superioară celeia din apele formațiunilor americane.

IV

Asupra metodelor de lucru ce am aplicat pentru determinarea diferiților constituenți chimici ai apelor sărate, nu voi putea stăruî. În urma unor îndelungate lucrări de control, am constatat că — pentru echilibrul chimic al acestor ape sărate — nu numai că lipsesc metode exacte de analiză pentru unii radicali ca : HCO_3 și CO_3 , în prezența Mg. I și Br. dar că și pentru ceilalți, metodele trebuie aplicate cu multă precauțiune.

Punerea la punct a metodelor actuale de analiză, căutarea poate a unor noi metode, urmând să facă obiectul unor cercetări speciale, sper că voi putea comunica rezultate pozitive.

Mă voi mărgini acum, a face cunoscute două observațiuni — de ordin procedural — rezultate din cercetările mele de până astăzi.

Probele de apă, așa cum sunt scoase din sonde, sunt întotdeauna niște nămoluri mai groase sau mai subțiri, constituind ceea ce se numește în exploatare : **borfoage**, formând adeseori emulsii cu petrolul. Din această cauză, unele dozări pe loc ca și luări de probe, speciale, pentru

¹⁾ I. MRAZEC : Despre compozițiunea apelor de zăcământ, etc. Dări de seamă, Vol IV. 1914. 1915.



anumite dozări, nu se pot face în cazul acestor ape. Starea fizică a acestor ape impune analistului, pentru a putea obține date concordante cu realitatea, să procedeze în modul următor :

1. De a se lucra numai asupra probelor limpezite de la sine și nu filtrate așa cum este uzul. Filtrarea lor este atât de înceată încât procesul de descompunere a bicarbonaților de fer și alcalino-terosi poate ajunge până la completa descompunere a acestora. Probele, cari prin limpezire au un strat de petrol deasupra se pot păstra timp îndelungat.

2. Cantitățile de apă, necesare diferitelor dozări, trebuiesc luate prin cântărire și nu prin măsurarea de diferite volume.

Apele sărate cu cât au o salinitate mai pronunțată, cu atâta vor avea o viscozitate mai mare, și ca consecință vor avea o iuțeață de scurgere mai mică precum și o aderență de pereți mai pronunțată. De aci rezultă posibilități de erori la citiri, cari dacă sunt negliabile în dozările ce necesită cantități mari de apă, nu pot fi considerate tot astfel pentru dozările în cari sunt suficiente cantități minime de apă. De exemplu la dozarea : clorului. De foarte multe ori este suficient pentru această dozare 0,5 centimetri cubi. Să presupunem că eroarea de citire datorită viscozității ar fi numai de $\frac{1}{50}$ adică o eroare totală de 0,01 c.c.

Eroarea totală la litru — față de care se raportează datele analitice — ar fi de 2000 ori mai mare, egală cu clorul din 20 c. c. de apă.

Dacă această eroare este gravă atunci când se fac comparațiuni cu elemente ce se găsesc minimal în echilibrul apei, ea este și mai gravă atunci când este nevoie a da elemente prin diferență.

Această primordială sursă de erori se înlătură, cu totuși, dacă măsurarea probelor necesare diferitelor dozări se face prin cântărire. Operațiunea se face cântărind apa în fiole bine astupate.

3. O privire sumară asupra analizelor alăturate ne arată imediat, că determinarea reziduiului fix în apele sărate nu poate da niciodată rezultate corespunzătoare realității, cifra obținută fiind în totdeauna mai mare. Aceasta se datorește tocmai faptului că, aceste ape conțin în soluțiune clorură de calciu ($\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$) și clorură de magneziu ($\text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$). Sărurile acestea, când nu se descompun ca clorura de magneziu, se usucă foarte greu trecând mai întâiu în săruri cu mai puțină apă de cristalizare.

Astfel sarea : ($\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$) nu se formează decât la 176° , iar clorura de calciu anhidră nu ia naștere decât abia la 200° ¹⁾, în timp ce, ($\text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$) — pierzând HCl — se descompune în cea mai mare parte și trece în MgOCl și $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Aceste săruri aduse în aceste condi-

¹⁾ A. WEBER BER. 15 1882 p. 2316.



țiuni sunt foarte higroscopice. Ele absorb apa cu atâta înțeață, încât rezidiul nu se poate cântări niciodată exact.

O eventuală transformare, a sa, în reziduu de sulfați, nu s'ar putea opera, din cauză că aceste ape conțin acizi naftenici, cari ar fi distruși.

Convențional, fac această determinare uscând rezidiul la 180° timp de 5 ore.

Determinarea rezidiului ca și a concentrațiunii în grade Bè — utilizată în schele — vor trebui considerate numai ca indicațiuni sumare.

In general analiza acestor ape nu se poate face asupra unor probe, cari să prezinte apa în condițiunile sale de zăcământ, ci asupra probei *așa cum este luată în afara sondei*. Apa, încă din timpul când este ridicată prin coloana sondei, degajă o mare parte din gazele ce conțineau la presiunea zăcământului.

Pentru acest motiv am ezitat a executa analiza gazelor din ape, chiar când cantitatea lor ar fi permis aceasta, întrucât datele ce s'ar fi obținut ar fi fost cu totul relative.

V

Materialul analitic prezentat este rezultatul unor analize în dublu. Atunci când cantitatea de apă a permis, rezultatele exprimă și media a diferite metode de dozare. In multe analize datele analitice sunt în număr redus, fie din cauza insuficienței cantității de apă, fie pentru necesitatea de a da în cel mai scurt timp informațiunile ce se cereau prin analiză. Probleme urgente deasemenea natură, se pun — la noi — mai ales atunci când apar ape în timpul lăcărului petrolului.

In atari cazuri, de multe ori s'au obținut informațiuni suficiente din cifra rezidului, acidului sulfuric și prezența acizilor naftenici.

Studiul diferitelor pânze de ape pe regiuni și după verticală nu s'a făcut până acum la noi.

Un început în această direcțiune am putut să-l fac la Govora, grație societăței de petrol „Govora” care, sub îndemnul regretatului Prof. G. MURGOI, a dispus analiza tuturor pânzelor de apă întâlnite în sonda No. 2 din Govora a acestei societăți.

Deasemenea, după cunoștințele ce am, nici societățile mari exploatoare, cari deși cu puternice posibilități de investigațiune și în același timp cu interese imediate, totuși nu au întreprins nimic în acest sens. Datele analitice ce am obținut prin bunăvoința unor servicii geologice se reduc la vagi informațiuni pe sonde.

Un studiu sistematic al diferitelor pânze de ape de zăcământ din formațiunile noastre petrolifere, pe regiuni și schele, nu se poate face decât cu concursul societăților noastre exploatoare de petrol. Este necesar un larg concurs, deoarece un studiu complet, nu numai că ne-



cesită colectări din toate pânzele de apă, chiar din acelea neglijate în sapă, dar și manipulațiuni ce aduc întârzieri în lucrările de sondaj ca: închideri noi și goliri mai dese ale coloanei.

Plusul de cheltueli se compensează însă, prin foloasele de ordin practic ale studiului.

Marele număr de analize ce trebuiesc executate pentru a ne fixa cu precizie asupra tipurilor de apă din diferitele pânze de apă ale formațiunilor noastre petrolifere ca și asupra probabilelor amestecuri — poate chiar asupra proporțiilor de amestec — necesită și o colaborare a laboratorilor chimice a acestor societăți.

Standardizarea metodelor de lucru se impune în acest caz.

Tabelele de analiză de mai jos coprind 19 analize de ape din diferite formațiuni. Datele analitice, după cum se vede din aceste tabele, se găsesc raportate în cele mai multe cazuri la litru de apă.

Analizele No. 1, 2, 3, 4 și 5 dau datele analitice a diferite probe luate din pânzele de ape întâlnite în forajul sondei No. 2 a Societății „Govora” la Govora (jud. R. Vâlcea). Toate pânzele de apă analizate aparțin Mediteraneanului (Burdigalian și Elvețian).

Din datele analitice cuprinse în colcana a treia, a fiecărei analize, în care se dau valorile de reacție procentuale a diferiților ioni se observă valori aproape constante cu oarecare excepție pentru analizele 4 și 5. Toate conțin iod și brom, iar sulfatii lipsesc complet.

Salinitatea lor este formată numai din halogenuri, în special de acid clorhidric, numai rar și în foarte mică măsură din bicarbonați. Datorită acestei împrejurări, apele acestea au o mare stabilitate în condițiuni normale de temperatură.

Aceste ape conțin foarte puține gaze și, se pare că, aceste gaze sunt lipsite de acid carbonic.

Raportul de reacție dintre calciu și magneziu (Ca/Mg), cu excepția acelorși analize 4 și 5, este constant: aproximativ 2,2. Media generală pentru toate apele este mai mică de 2,3.

Din comparația valorilor de reacție a echivalenților diferitelor baze reese că proporția în care alcalino-teroasele (Ca și Mg) intră în echilibrul chimic al acestor ape este și el constant, aproape o treime din valoarea cu care intră metalele alcaline (Na, K și NH_4).

Aceste ape nu precipită prin acidulare acizi naftenici, de și unele miroseau, foarte slab, a petrol.

Analizele No. 6, 7, 8, 9 și 10 se referă la diferite ape luate din sonde săpate în Meoșian.

Caracteristica acestor ape este că, în compoziția lor chimică se întâlnesc echilibre foarte variate. Cauza se datorește acidului carbonic,



care intră în compoziția gazelor de petrol, destul de răspândite în această formațiune geologică. Acidul carbonic, după cum se știe, dizolvă carbonații de calciu și de magneziu trecându-i în soluțiune sub formă de bicarbonați.

Pătrunderea în soluțiunea acestor ape a bicarbonaților de calciu, magneziu și chiar de fer produce modificări în natura apei. Pedeoparte intervin rapoarte noi de echilibru, datorite ionilor de HCO_3 , Ca, Mg și Fe, introduși pe această cale, iar pedealtă parte apa devine mai puțin stabilă.

Astfel privite lucrurile, aceste ape pot fi considerate ca fiind formate din două părți: a) o parte permanentă, stabilă, formată din sărurile acizilor tari, la cari putem îngloba și acizii bromhidric și iodhidric și b) o altă parte, mai puțin stabilă, care se adaugă numai întâmplător și în măsură variabilă celei dintâi, formată din sărurile acizilor slabi: carbonic și bicarbonic.

Așa dar datorită numai influenței factorilor externi,— bogăția în acid carbonic a gazelor cari însoțesc aceste ape sau impregnează rocele precum și natura acestor roce,— găsim în compozițiunea apelor lor din Meoțian variațiuni nu numai în ceea ce privește cantitatea totală a alcalinelor-teroase dar și în proporția dintre ele.

În apele din Meoțian analizate de noi, cu excepția apei din sonda No. 2 a Societății „I. R. D. P.” de la Ochiri (analiza No. 7), întâlnim în toate sulfați; în unele mai puțin, în altele mai mult. Ca exemplu putem da apa din sonda No. 14 a Soc. „Forajul” din Vârful Drăgăneșei (analiza No. 10) în care proporția de sulfați este aceea obișnuită în apele dulci — potabile. Acest lucru nu se poate considera ca o contrazicere a fenomenului general de reducere a sulfaților; după cum nici pentru cazul apelor în cari sulfații se găsesc în mici cantități nu se poate deduce că ne-am găsi în o fază înaintată de reducere a acestor sulfați, ci, mai curând, că suntem în fața unui amestec de ape de zăcămint cu ape din strate mai superioare.

Toate apele din această formațiune conțin iod și brom (care nu a fost dozat cantitativ) în cantități apreciable. Deasemenea conțin săruri de acizi naftenici specifici acestei formațiuni.

Analizele 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 și 18 conțin analizele unor probe de ape din sonde săpate în Dacian, toate de la Moreni (Prahova).

Și în apele din această formațiune se observă aceleași perturbațiuni provocate de pătrunderea bicarbonaților alcalino-teroși în echilibrul chimic al apei. Cauza se datorește acidului carbonic, care se găsește în gazele din această formațiune în cantități mult mai mari decât în Meoțian.

Prezența sulfaților în unele din aceste ape, în cantități de altfel reduse, nu o putem considera decât tot ca întâmplătoare.



În aceste ape se constată în mod constant, chiar pentru apele cu o mare salinitate, că iodul se află în cantități mai reduse de cât în Mediteranean și Meoțian. Acelaș lucru l-am constatat și pentru brom, pe care în unele probe nu l-am putut recunoaște nici măcar calitativ.

Credem că acest fapt s'ar putea explica, admițând și posibilitatea unui amestec al apelor sărate de zăcămint cu ape simplu sărate, a căror sărătură s'ar datori spălării sâmburelui de sare, local, destul de apropiat de amplasamentul acestor sonde. Se știe că sarea nu conține iod de cât în urme minimale.

Analiza No. 19 dă tocmai datele analitice a unei ape care spală un masiv de sare și anume apa izvorului sărat de la Poiana (Câmpina).

Din datele analitice ale acestei ape vedem că salinitatea ei este formată aproape exclusiv cu alcalii și numai puțin din alcalino-teroase și apoi că apele din această categorie sunt încărcate cu sulfați.

Aportul în sulfați al acestor ape este anihilat prin acțiunea reductoare a hidrocarburelor. Negreșit că, fenomenul este complectat apoi prin acțiunea, paralelă a acidului carbonic.

Toate apele conțin săruri de ale acizilor naftenici cu excepția apei din sonda No. I a Societății Malekove din Băicoi (analiza No. 17). Având în vedere marele conținut în bicarbonați al acestei ape și din lipsa naftenaților se poate considera că făcând parte din un strat superior stratului de țiței; ea s'ar afla deci numai sub influența hidrocarburelor și nu în contact direct cu petrolul.





CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES EAUX SALÉES SE TROUVANT DANS LES FORMATIONS DE PÉTROLE *)

PAR

P. PETRESCU

I

Le pétrole est constamment associé dans les gisements à des gaz et à des eaux salées.

Le rôle de l'eau, comme agent physique dans le mouvement et la migration du pétrole a été dès longtemps reconnu, étant à la base de toutes les théories émises sur les conditions d'accumulation et de gisement du pétrole.

Les eaux salées ont attiré l'attention des techniciens dès le premier moment, car en forant ils devaient assurer les gisements de pétrole contre le danger d'inondation de la part de ces eaux.

L'étude chimique des eaux salées, ainsi que la relation génétique qui existerait entre ces eaux et le pétrole, question de tout premier ordre, tant au point de vue des possibilités de prospection, qu'au point de vue purement scientifique, ont fait l'objet de recherches spéciales.

Les premiers travaux parus sont dûs aux chimistes russes A. POLITIZIN ¹⁾ et K. KARITSCHKOF ²⁾ qui publièrent des données assez complètes sur les eaux salées des gisements de pétrole. Puis ENGLER et HÖFER ³⁾, dernièrement les chimistes américains : CHASE PALMER ⁴⁾ ROGER SHERBURNE ⁵⁾, VAN MILLS, ROGER C. WELLS ⁶⁾ C. V. MENDEN-

*) Memoire présenté à la séance de 3 Avril 1925.

¹⁾ A. POLITIZIN : Zusammensetzung des die Naphta begleitenden und auschlammvulkanen ausströmenden Wassers Ber. Bd. 15. p. 3099 b. 1882.

²⁾ K. KARITSCHKOF : Analyse des Wassers aus den Borlöchern des Goznyschen Bezirkes C. B. 1907.

³⁾ C. ENGLER und HÖFER H. : Das Erdöl 1909.

⁴⁾ CHASE PALMER : Geochemical interpretation of Water Analyses. U. S. Geol. Survey Bull. 479. 1911.

⁵⁾ G. SHERBURNE ROGERS : Chemical relations of the oilfields Waters in San Joaquin Valley U. S. Geol. Survey Bull. 653 1917.

⁶⁾ VAN MILLS and ROGER C. WELLS : The evaporation an concentration of water associated with Petroleum. U. S. Geol. Survey Bull. 1919.



HALL, B. R. DOLE¹⁾, etc. présentèrent, en dehors d'un riche matériel, de nouvelles interprétations relatives à la formation et la nature des eaux salées.

En Roumanie le problème des eaux salées a été posé par M. le Prof. I. MRAZEC²⁾.

Il est connu que les eaux des gisements pétrolifères possèdent toujours une salinité supérieure à celle des eaux douces. On doit comprendre par „salinité” la concentration en sels se trouvant dans une eau quelconque. Certains chimistes américains accordent à cette notion une acception chimique spéciale, comme nous allons le voir plus loin.

La salinité étant due pour la plupart au chlorure de sodium, le goût de ces eaux est salé. Leur degré de salinité est extrêmement varié; parfois il est si élevé que ces eaux sont de véritables saumures.

Parfois les eaux salées viennent en contact avec le pétrole, d'autres fois elles sont à proximité du pétrole dont elles sont séparées par des couches imperméables. Dans cette catégorie se trouvent aussi les eaux salées qui étaient naguère associées au pétrole.

Les roches d'accumulation sont — comme pour le pétrole — des roches non-consolidées. Dans ces roches, et au dessous du niveau hydrostatique, les eaux salées se trouveraient à l'état d'équilibre statique, sauf quelques très rares exceptions.

Leur circulation, si elle a lieu, est le résultat de l'action de certains facteurs dynamiques, tant internes — comme la tension du gisement — qu'externes. Ces derniers sont déterminés par la modification des conditions tectoniques.

Les eaux salées des gisements pétrolifères sont en étroite relation avec le pétrole quand il se trouve dans ses formations primaires. — Cette catégories d'eaux, syngénétiques avec la formation à laquelle elles appartiennent, sont connues dans la terminologie américaine, sous la dénomination de „connate water”. M. le Prof. MRAZEC a dénommé ces eaux : eaux fossiles ou vétériques.

Ces eaux captées et enfouies, en même temps que la formation dont elles font partie, peuvent être soustraites définitivement à la circulation à la suite de l'affaissement des géosynclinaux.

Dans les couches, où elles ont été emprisonnées, ces eaux ont subi des modifications compliquées, qui parfois sont des véritables altérations. Certaines de ces modifications sont de nature physique, certaines

¹⁾ MENDENHALL W. C. B. R. DOLE and H. STABLER: Ground water in S. Joaquin Valley Water Supply Paper 398. 1916.

²⁾ I. MRAZEC: Despre compozițiunea apelor de zăcământ din formațiunile de petrol și origina iodului lor. Comptes rendus des séances de l'Institut Géologique de Roumanie Vol. IV. 1914—15.

Idem; Lectiuni asupra zăcămintelor de petrol. Annales des mines. — Vol. V.



autres sont de nature chimique. Parmi les modifications d'ordre physique, on doit mentionner les variations de concentrations.

Le degré d'altération est déterminé par les facteurs suivants : la roche, la nature de la salinité de l'eau, les hydrocarbures et la nature des gaz des gisements.

L'altération ne peut dépasser une certaine limite. Cette limite représente l'équilibre chimique qui s'établit entre tous les facteurs indiqués ci-dessus, dans les conditions physiques du gisement.

La composition chimique d'une eau de gisement sera par conséquent la résultante de ce complexe d'altérations dû aux conditions du gisement.

L'équilibre chimique de la composition de l'eau, à tout moment, dépendra donc des conditions spéciales de gisement de l'eau.

Tout changement dans les conditions de gisement déterminera l'altération de l'équilibre chimique dans la composition de l'eau. Par ce fait l'eau pourra acquérir — selon les cas — de nouvelles propriétés de dissolution ou de dépôts.

La composition chimique d'une eau à un moment donné indique la nature et le degré des altérations subies, aussi bien que les propriétés qui en résultent.

II

La composition chimique d'une eau dépend du nombre et de la proportion des différents radicaux, qui entrent dans son équilibre chimique.

Je vais essayer de présenter ci-dessous quelques considérations techniques sur les manières usitées pour exprimer les données analytiques.

Autrefois, le bulletin d'analyse indiquait les proportions de sels qui, hypothétiquement, auraient dû exister dans l'eau. Mais on s'est aperçu qu'il est bien difficile d'établir si certains sels doivent nécessairement exister dans l'eau.

Les eaux sont généralement des solutions complexes de sels et de gaz. Le degré de dissociation des sels dépendra — comme dans toute autre solution — de la nature des sels et de leur concentration.

L'abaissement du degré de congélation ou la variation de la conductibilité électrique, qui sont les déterminations habituelles lorsqu'il s'agit d'établir le degré de dissociation dans les solutions simples, ne peuvent point nous fournir des éclaircissements sur l'état de dissociation des sels contenus dans l'eau.

Si l'on détermine les sels éventuels de l'eau par la méthode de la cristallisation successive, on arrive à tout autres résultats. La dépo-



sition des sels est conditionnée par des lois indépendantes de l'état initial de dissociation.

En partant de l'idée d'une dissociation totale, on devra admettre que, pour chaque base, il y a un nombre de sels égal au nombre des radicaux acides existants. Dans ce cas, si l'on a dosé 4 bases et 4 acides on aura 16 sels.

D'après ce qu'on a dit, on voit qu'il est purement conventionnel d'exprimer les données analytiques sous cette forme. Pourtant, pour la pratique balnéologique, on exprime couramment les données analytiques sous forme de sels. La thérapeutique actuelle réclame toujours que l'on indique les sels qui pourraient être contenus dans l'eau.

Une notation courante et très précise, qui permet des comparaisons suffisantes, c'est la notation sous forme ionique, où l'on exprime le poids physique des différents radicaux, rapporté à une certaine quantité d'eau.

Le poids physique d'un radical ne fournit pas directement sa valeur chimique. Par conséquent, même si de cette façon on exprime exactement la composition chimique de l'eau, on ne met pas en évidence les possibilités de compensation des affinités chimiques des différents radicaux, qui pourraient nous expliquer les propriétés de l'eau.

Nous allons justifier ces considérations sur un exemple. D'abord on sait que tous les radicaux doivent nécessairement se combiner, suivant la loi des nombres proportionnels, c'est à dire d'après les équivalents de réaction. En tenant compte de ce fait, nous verrons que la capacité de réaction d'une unité de poids est plus grande pour le magnésium que pour une unité de radical sulfurique (SO_4).

En effet, 24,32 parties du magnésium se combinent complètement avec 96 parties du SO_4 . Les combinaisons entre radicaux se font en raison de leurs valences, donc de leurs équivalents de réaction, équivalents qui correspondent à 8 parties d'oxygène. Les équivalents de réaction (combinaison) entre le magnésium et le radical sulfurique seront de 12,16/48; entre le magnésium et le chlore: 12,16/35.

La transformation des données analytiques sous forme d'équivalents a été simplifiée par H. STABLER¹⁾. Il a établi pour chaque radical-ion un facteur dénommé par lui coefficient de réaction qui, multiplié avec le poids du radical-ion, fournit la valeur de son équivalent. Ce coefficient de réaction n'est en somme que la valeur du rapport entre le nombre qui correspond à la valence et le poids atomique du radical respectif. Les valeurs qui en résultent étant trop petits, on les exprimera en unités mille fois plus petites: milligrammes-équivalents ou milli-équivalents.

¹⁾ H. STABLER: The industrial application of water analyses U. S. Geol. S. Water—Supply Paper 274. 1911.



CHASE PALMER¹⁾ en utilisant les valeurs des équivalents de réaction des différents radicaux, ou groupes de radicaux, composa un système de présentation des données analytiques, qui fut adopté aussi par les géo-chimistes anglo-saxons.

CHASE PALMER a démontré que les propriétés chimiques de l'eau pourraient être déterminées par les propriétés des radicaux-ions, qui interviennent dans l'équilibre de l'eau. Par conséquent, les radicaux sont groupés par lui en quatre grandes catégories, selon leurs propriétés communes, à savoir :

- a) Le groupement des ions alcalins : Na^+ , K^+
- b) Le groupement des ions alcalino-terreux : Ca^{++} , Mg^{++}
- c) Le groupement des radicaux des ions acides forts : Cl' , NO_3' , SO_4'
- d) Le groupement des radicaux des ions acides faibles :
 HCO_3' , CO_3' , SH' , S''

La propriété déterminée par les acides forts est désignée par PALMER sous le nom de salinité, et il appelle „alcalinité” la propriété exercée par les acides faibles. Chacune de ces propriétés sera primaire, lorsque la compensation se fera avec des métaux alcalins, cela par ce que ces métaux ont été les principaux produits solubles des formations primaires ; et secondaires quand la compensation a lieu par des métaux alcalino-terreux, éléments prépondérants des formations secondaires.

Suivant les équilibres qui s'établissent entre les quatre groupements de radicaux, il résulterait quatre propriétés possibles dans la composition de l'eau, que CHASE PALMER désigne sous la dénomination de propriétés générales, à savoir :

1. La salinité primaire, c'est une propriété qui résulte de la compensation des acides forts (HCl , SO_4H_2 , NO_3H) avec des métaux alcalins (Na , K).

2. La salinité secondaire, c'est une propriété qui résulte de la combinaison de l'excès disponible d'acides forts, avec des métaux alcalino-terreux (Ca , Mg).

Cette propriété représente la dureté permanente de l'eau.

3. L'alcalinité primaire est une propriété qui résulterait de la compensation des acides faibles (acides carboniques, bicarbonique, sulfureux et sulfhydrique) avec un excès disponible de métaux alcalins.

4. L'alcalinité secondaire est la propriété correspondant à la combinaison d'un excès de radicaux des acides faibles avec un excès éventuel de radicaux de métaux alcalino-terreux.

¹⁾ CHASE PALMER: Geochemical interpretation of water analyses U. S. Geol. Surv. Bull. 479. 1911.



L'alcalinité secondaire représente ce que l'on appelle couramment la dureté temporaire de l'eau.

Toutes les eaux de circulation ou de gisement peuvent être groupées, d'après cet auteur, en deux types plus intéressants, selon les propriétés générales qu'elles possèderaient, à savoir :

I-er type à	{	Salinité primaire
		Alcalinité primaire
		Alcalinité secondaire
II-ème type à	{	Salinité primaire
		Salinité secondaire
		Alcalinité secondaire

De ces deux types, on peut faire dériver tous les autres types possibles appartenant au système, en éliminant successivement des propriétés appartenant au I-er et II-ème type une seule propriétés, et en gardant le reste.

Selon CHASE PALMER les deux propriétés : l'alcalinité primaire et la salinité secondaire sont incompatibles l'une avec l'autre dans l'eau. Par le fait que l'une exclut l'autre, il ne serait pas possible d'après cet auteur de rencontrer ensemble ces deux propriétés dans l'équilibre chimique d'une eau.

Nous avons trouvé le moyen d'exprimer graphiquement (Planche I-ere) ce que l'on énonce par le système de CHASE PALMER.

Les propriétés qui s'excluent de l'équilibre chimique d'une eau sont précisément celles qui s'entrecroisent dans notre représentation graphique.

Les valeurs numériques de ces différentes propriétés sont calculées par CHASE PALMER pour cent, par rapport à leur somme totale.

Dans la représentation ci-dessus, la longueur des lignes, qui symbolisent les propriétés existantes dans l'eau, rapportées à une certaine échelle donnent directement la valeur de celles-ci.

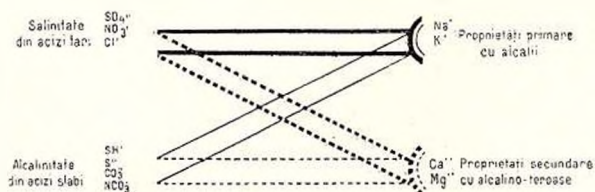
Le système de CHASE PALMER, réduisant les données analytiques à une présentation de valeurs de quelques propriétés existant dans l'eau, semblerait rendre plus accessible la lecture du bulletin d'analyse.

En considérant cependant que ce système n'est pas suffisamment connu, et puis parce qu'il renferme en outre des omissions essentielles bien qu'il soit fondé sur des constatations justes, j'ai été amené à ne pas l'adopter.

1. Ce système ne nous explique pas les propriétés dues à la présence, dans l'équilibre chimique de l'eau, de certains métaux comme par exemple,

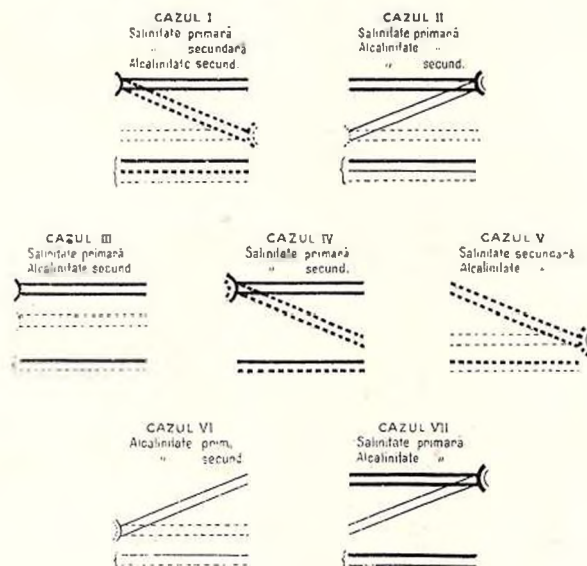


PLANCHE I-ère

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES EAUX
D'APRÈS LE SYSTÈME DE CHASE PALMER

LEGENDA

———— Proprietăți primare rezultate din compensarea salinității
 secundare
 - - - - - alcalinității
 - - - - - salinității
 - - - - - alcalinității



Legende: Les traits forts représentent les propriétés de la salinité: le trait plein — la salinité primaire, le trait pointillé... la salinité secondaire. Les traits faibles les propriétés de l'alcalinité: le trait plein — alcalinité primaire, le trait pointillé... alcalinité secondaire:

- Cas I. Salinité primaire, salinité secondaire, alcalinité secondaire (eau type I)
 Cas II. Salinité primaire, alcalinité primaire, alcalinité secondaire (eau type II)
 Cas III. Salinité primaire, alcalinité secondaire (eau type III)
 Cas IV. Salinité primaire, salinité secondaire (eau type III)
 Cas V. Salinité secondaire, alcalinité secondaire (eau type V)
 Cas VI. Alcalinité primaire, alcalinité secondaire (eau type VI)
 Cas VII. Salinité primaire, alcalinité primaire (eau type VII)



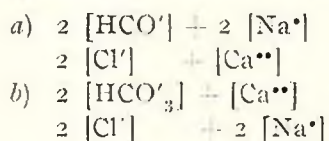
le fer. Il est probablement pour éviter l'énoncé de nouvelles propriétés — ce que les autres chimistes n'ont pu éviter ¹⁾ — CHASE PALMER a été conduit à considérer toujours le fer à l'état colloïdal — donc non ionisé. Ce fait cependant n'est point exact; il est tout aussi inexact que de considérer le SiO_2 toujours à l'état colloïdal dans l'eau.

Dans ce système on méconnaît également le rôle de l'ammonium, de l'iode, du brome et des acides naphthéniques, existant en solution à l'état de sels. Ces radicaux ne sont d'ailleurs jamais mentionnés dans les analyses d'eaux salées faites par les chimistes américains. Les propriétés spécifiques des ions NH_4^+ , I^- , et Br^- supposeraient de nouvelles propriétés.

2. En outre, CHASE PALMER affirme que, les propriétés: salinité secondaire et alcalinité primaire s'excluent réciproquement de l'équilibre chimique d'une eau. Par conséquent elles n'y peuvent pas exister simultanément.

Néanmoins les nombreuses analyses d'eau minérale ²⁾ prouvent constamment que ces propriétés existent réellement ensemble lorsque, dans l'équilibre de l'eau, l'alcalinité primaire est formée par l'ion bicarbonique $[\text{HCO}_3^-]$.

J'ai apporté une démonstration expérimentale à ce fait, en préparant des solutions à froid, sans précipitation avec le bicarbonate de sodium $[\text{HCO}_3\text{Na}]$, et le chlorure de calcium $[\text{Cl}_2\text{Ca}]$. Cette solution ne peut s'expliquer que par la présence des équilibres suivants:



À en juger d'après les système de CHASE PALMER on ne peut admettre le groupement d'affinités a) C'est seulement le groupement b) qui justifie l'équilibre de la solution, par la formation d'une eau type III (voir I-ère planche). Par conséquent, pour sauver le principe de ce système, il faudra admettre forcément dans l'équilibre de la solution, un regroupement d'affinités.

Or si cela est possible pour l'ion bicarbonique $[\text{HCO}'_3]$, ce n'est pas toujours possible pour l'ion carbonique (CO''_3) .

L'énoncé même du système présente des lacunes de principes.

Ainsi l'auteur soutient que par la compensation des différents grou-

¹⁾ Dans le cadre de ce système j'ai dénommé la compensation de l'acide bicarbonique avec le fer, par alcalinité tertiaire — dénomination employée aussi par d'autres chimistes

²⁾ Deutsche Bäderbuch 1914.



pements de radicaux — l'eau acquiert les propriétés de salinité primaire, salinité secondaire, alcalinité primaire et alcalinité secondaire.

Si l'on admet ce point de vue, il faudrait admettre par définition que l'eau est toujours chimiquement active, ce qui n'est pas toujours le cas.

On connaît bien les cas où l'eau se comporte comme un agent chimique; ce n'est pas le moment d'y insister. Dans le cadre de ce système, l'eau présenterait une recrudescence des manifestations chimiques lorsqu'elle possède les propriétés de l'alcalinité.

Par conséquent, j'estime que le terme de „propriété”, qui dans l'acception courante dépasse l'acception voulue par l'auteur, pourrait être remplacée par celui de „caractère”, ou „caractères généraux”. C'est de la nature de ceux-ci que l'on pourrait déduire les propriétés de l'eau.

Je n'ai pas adopté non plus le système de CHASE PALMER parce que les eaux des formations pétrolifères ne peuvent être situées avec précision, dans aucun des types établis précédemment. Ces eaux présentent des équilibres assez variés, afin qu'elles puissent être classées, à peu de différences près, parmi tous les types ¹⁾.

En conclusion il résulte que l'expression correcte des données analytiques, à l'abri de toute objection, sera celle qui renfermera non seulement le poids physique des ions des différents constituants chimiques dosés, mais aussi les équivalents correspondants.

La composition chimique de l'eau, qui est l'expression de la nature, de la proportion, ainsi que de la présence ou de l'absence de certains radicaux chimiques, constitue le seul critérium réel qui permette à l'analyste de tirer des conclusions sur la nature de l'eau.

III

J'ai montré dans les paragraphes précédents, que la composition des eaux de gisement est la résultante d'une série d'influences de nature chimique et physique, qu'elles ont subies depuis leur sédimentation, indépendamment de leur circulation ultérieure. Par l'affaissement des couches — et sous les pressions qui s'en suivirent, les espaces poreux étant comprimés, l'eau en fut expulsée et il en résulta — selon

¹⁾ Ultérieurement à cette communication C. E. REISTLE jr. dans son ouvrage: Identification of oil-field water by chemical analyses. Washington 1927 — démontre qu'il est possible pour des eaux à composition chimique assez variée, où les valeurs mêmes des équivalents de réaction des ions différent, d'obtenir des valeurs procentuelles identiques, pour les diverses propriétés déduites selon CHASE PALMER.



les cas — des cimentations, dûes aux sels existants en solution, ou aux regroupements des constituants minéraux des sédiments.

L'eau qui se trouvait dans les pores et dans les interstices, expulsée, a été forcée d'émigrer suivant des directions de pression minimum dans les roches d'accumulation.

Il nous est donc difficile d'admettre que l'eau se serait conservée dans les limons de sédimentation, après leur cimentation. Il en résulte donc que, dans les conditions actuelles d'accumulation, il est peu probable, que l'on puisse trouver une eau sédimentaire primaire dans une couche „connate water“. Les eaux actuelles de gisement, soustraites à la circulation, sont généralement sinon secondaires, au moins un mélange d'eau primaire avec d'autres eaux étrangères à la couche.

En ce qui concerne les variations de la salinité, aussi bien que de sa nature même, que les eaux peuvent présenter dans les sédiments, n'importe leur origine (météorique, superficielle, vadeuse ou sédimentaire) ou leur sens de circulation (descendante, ascendante ou latérale), elle sont tout aussi nombreuses que les causes qui les ont déterminées. Il est donc extrêmement difficile, dans ce complexe de conditions, de constater et de préciser ces variations, de les différencier ou de les connexer suivant leur caractère, afin de pouvoir réaliser dans ce domaine une classification scientifique. Il s'ensuit qu'on ne peut les considérer que dans leurs grandes lignes.

Dans la composition des eaux de gisement pétrolifères on rencontre un complexe de variations similaires produites en général par de causes plus ou moins constantes et même partiellement connues. La connaissance même limitée de ces variations nous permet jusqu'à un certain point la possibilité de les identifier.

On constate des variations incontestables aussi bien dans la teneur en nitrates et en sulfates, qui parfois font tout à fait défaut, que dans l'augmentation des bicarbonates, des chlorures de calcium, d'ammonium, d'iode, de brome et des acides naphthéniques.

1. **Réduction des sulfates.** Toutes les analyses ont mis en évidence que, dans les nappes d'eau qui subissent l'influence du pétrole, le contenu des sulfates décroît. Cette diminution peut aller jusqu'à leur complète disparition, lorsque les eaux se trouvent en contact direct avec le pétrole.

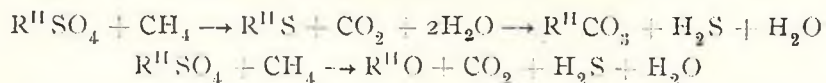
BISCHOF¹⁾ est le premier qui, en essayant d'expliquer l'origine de certains dépôts de soufre, a admis la possibilité d'une réduction des sulfates par les matières organiques, qui s'oxydent.

¹⁾ G. BISCHOF: Chem. u. phys. Geologie II, 1889, p. 144—164.



HÖFER¹⁾ explique la réduction des sulfates par l'action des hydrocarbures.

En grands traits la réaction aura lieu comme il suit :



Ce processus de réduction est difficile à expliquer et certainement qu'il ne peut avoir lieu avec n'importe quel hydrocarbure. En tout cas, il paraît s'accomplir en différents stades. L'action des diverses séries d'hydrocarbures s'échelonne pendant ces stades — selon les circonstances et en raison des conditions de leur capacité de réaction.

KARITSCHKOF²⁾ démontra in vitro la possibilité de ces phénomènes de réduction. Les observations faites ultérieurement par MURRAY et IRVINE³⁾ dans l'Océan Atlantique, par VAN DELDEN⁴⁾ dans la Mer du Nord, LEBEDINZEV⁵⁾, ANDRUSOW⁶⁾ etc., dans la Mer Noire, prouvèrent la réduction des sulfates des limons noirs déposés aux fonds des océans et des mers, cette réduction est due à une action bactérienne. On sait maintenant que le manque des sulfates est un phénomène constant pour les eaux qui se trouvent sous l'influence des hydrocarbures, dans toutes les formations pétrolifères de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique.

En Amérique, cependant, on rencontre des sulfates dans un grand nombre d'eaux des formations pétrolifères. Sans doute que la résistance de ces sulfates à la réduction est due à la résistance spécifique des sulfates de sodium, que ces eaux contiennent.

2. L'augmentation de la teneur en bicarbonates est également générale dans les eaux des formations pétrolifères. Cette augmentation atteint son maximum au contact avec la formation pétrolifère. En ce cas les carbonates passent complètement en bicarbonates, grâce à l'action de l'acide carbonique contenu dans les gaz pétrolifères. On remarque encore dans ces eaux des quantités variables de bicarbonates de fer.

¹⁾ C. ENGLER u. H. HOEFER; Das Erdöl Bd. 2. 1909. p. 28.

²⁾ K. KARITSCHKOF: The waters in petroleum wells. Petroleum Rev. 29. 1913.

³⁾ J. MURRAY and R. IRVINE: On the chemical changes which take in the composition of sea water associated with blue muds on the floor of the oceans. Roy. Soc. Edinburgh Trans. Vol. 37 p. 481.

⁴⁾ A. VAN DELDEN: Beitrag zur Kenntniss der Sulfatreduktion durch Bakterien. Centralbl. Bakteriologie Bd. 3 S. 92, 94, 113—119. 1903.

⁵⁾ A. LEBEDINZEV: Vorläufige Mitteilung über des chemischen Untersuchungen des Schwarzen und Asowischen Meeres in Sommer 1891. Soc. Naturalistes à Odessa. Vol. 16 f. 2, p. 149. 1891.

⁶⁾ W. ANDRUSOW: Physical explorations in the Black Sea. Bull. d. Soc. imper. de Géogr. Vol. I. 1893.

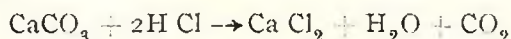


Les carbonates se trouvent en petites quantités dans les eaux des mers et des océans, les bicarbonates y faisant complètement défaut. De même les carbonates et les bicarbonates dont se chargent les eaux météoriques qui tombent sur la surface du sol, par le fait qu'elles n'intéressent guère qu'une couche superficielle réduite du sol, on doit déduire que la provenance de ces acides dans les eaux de gisement doit être ultérieure à leur sédimentation.

L'action de la réduction des sulfates contenus dans les limons de dépôt facilite, suivant les constatations de MURRAY et IRVINE¹⁾, la solubilité des carbonates de calcium et de magnésium, en augmentant l'alcalinité de l'eau.

D'ailleurs l'augmentation de la teneur en carbonates et bicarbonates, par le remaniement du sulfate de calcium, semble être un phénomène général.

Ce phénomène paraît être en relation causale avec la propriété que possèdent ces eaux de mettre en liberté, en certaines conditions, par hydrolise, l'acide chlorhydrique qui décomposerait les carbonates présents, à savoir :



Cette réaction expliquerait en quelque sorte la présence constante du chlorure de calcium dans les eaux salées de gisement.

3. **L'ammonium** existe dans toutes les eaux salées des gisements de pétrole. Cependant je ne l'ai jamais trouvé mentionné dans les nombreuses analyses faites par les chimistes américains; je ne l'ai pas trouvé non plus dans les analyses des eaux salées des gisements de pétrole roumains. K. KARITSCHKOFF²⁾ mentionne sa présence dans les eaux de Grozny, dont il a fait l'analyse.

L'origine de l'ammonium dans ces eaux pourrait être en partie primaire comme résultat de la décomposition des organismes des êtres vivants, son origine pourrait être, aussi bien anorganique, une accumulation d'ammonium minéral, étant donné qu'il est assez répandu. Cependant la présence de l'ammonium dans les eaux de gisement paraît être due au pétrole même. C'est donc du pétrole que les eaux pourraient le prendre soit directement soit des produits de décomposition de certains dérivés aminiques.

En effet l'ammonium existe en quantité moindre dans les eaux appartenant aux formations plus anciennes que dans les eaux des formations plus récentes.

¹⁾ J. MURRAY and R. IRVINE, loc. cit.

²⁾ K. KARITSCHKOFF: Ueber die Analyse des Wassers aus den Borlöchern des grosnyschen Bezirkes. C. B. 1907.



Tandis que dans les eaux de l'Helvétien la quantité d'ammonium est d'environ 0,007 gr. par litre d'eau, elle est de 0,024 gr. dans les eaux du Méotien, et de 0,369 gr. par Kilogramme d'eau dans le Dacien.

On peut trouver l'explication de ce phénomène soit dans la nature différente du pétrole, donc aussi de ses composés azotés, soit dans les changements intimes qui se sont produits dans la constitution du pétrole, pendant des époques géologiques postérieures à sa formation.

4. **Les acides naphthéniques**, qui sont plus forts que l'acide carbonique, n'existent — sous forme de sels — que dans les eaux associées au pétrole. C'est à cette association qu'ils doivent leur présence. Leur composition est extrêmement variables. Ces acides varient en raison de la nature du pétrole.

On rencontre les plus grandes quantités d'acides naphthéniques dans les eaux des formations plus récentes.

Leur présence dans les gisements de pétrole n'est mentionnée qu'indirectement dans l'ouvrage précité de KARITSCHKOF, sous le nom de substance organique soluble.

La solubilisation de ces acides n'a lieu que lorsque le pétrole vient en contact avec des eaux ayant un certain degré d'alcalinité. Ce phénomène se réduit en définitive à une neutralisation des acides naphthéniques.

J'ai démontré cela expérimentalement en agitant le pétrole, préalablement lavé pendant trois heures, avec une solution aqueuse faible de bicarbonate de magnésium. Après avoir séparé les liquides, j'ai reconnu en solution la présence des acides naphthéniques, en espèce, des naphthénates de magnésium.

En Roumanie la nature des acides naphthéniques des eaux salées des gisements de pétrole diffère non seulement suivant les formations d'âge différent mais aussi dans les formations d'un même âge. En général les acides naphthéniques contenus dans les eaux salées méotiennes sont plus fluides que ceux des eaux salées daciennes. Il est intéressant de noter que les acides naphthéniques des eaux salées du Méotien de R u n c u diffèrent totalement des acides naphthéniques contenus dans les eaux salées du Méotien d ' O c h i u r i et P l e a ș a. Les eaux salées du Méotien de ces deux chantiers pétrolifères doivent renfermer des acides à petite molécule, comme par exemple les acides butyrique, caproïque et valérianique, que l'on reconnaît facilement à l'odeur pénétrante, dégagée lorsque l'eau est acidulée. Or ce phénomène ne se rencontre guère dans les eaux de R u n c u.

Les acides naphthéniques étant faibles sont facilement disloqués de leurs combinaisons, par les acides minéraux plus forts. C'est pourquoi,



si l'on acidule ces eaux, elles prennent un aspect d'emulsions, parfois très troubles, comme il arrive dans le cas des eaux du Dacien.

Afin de pouvoir connaître la nature de ces acides, ils doivent être extraits après acidification, à l'aide de certains dissolvants, comme par exemple l'éther de pétrole, ou la benzine plus légère.

L'extraction est assez difficile, par ce que tous ces dissolvants sont extrêmement volatils et en même temps plus légers que l'eau.

Pour faciliter cette opération j'ai imaginé un appareil (fig. 1) construit complètement en verre. Cet appareil se compose de deux parties distinctes, à savoir :

1) Un bouilleur (A) qui communique avec le tube plus large *a*, par où montent les vapeurs du dissolvant; le dissolvant avec la substance extraite, revenant ensuite dans le bouilleur par le tube plus étroit *b*.

2) Un corps extracteur (B). Cette partie de l'appareil comprend aussi un réfrigérant (R) où les vapeurs du dissolvant venant par le tube *a*, sont condensées.

Le corps extracteur, proprement dit, se compose d'un large cylindre en verre, terminé à sa partie inférieure par un tube à robinet. Ce cylindre communique par (*c*) avec le corps bouilleur. A son extrémité supérieure, et le long de son axe, est soudé un tube qui pénètre presque jusqu'au fond du cylindre. Ce tube est pourvu de quatre ramifications perforées à leurs parties supérieures. Ce tube *a*, de place en place, un série de chicanes soudées; certaines d'entre elles sont formées de plaques planes ayant un petit diamètre, certaines autres de plaques coniques à diamètre presque égal à celui du cylindre, dont les ouvertures sont dirigées en bas. Ces dernières sont perforées à proximité de l'endroit de soudure. La partie supérieure du tube s'unit au réfrigérant par une portion corrodée. La longueur *l* est choisie

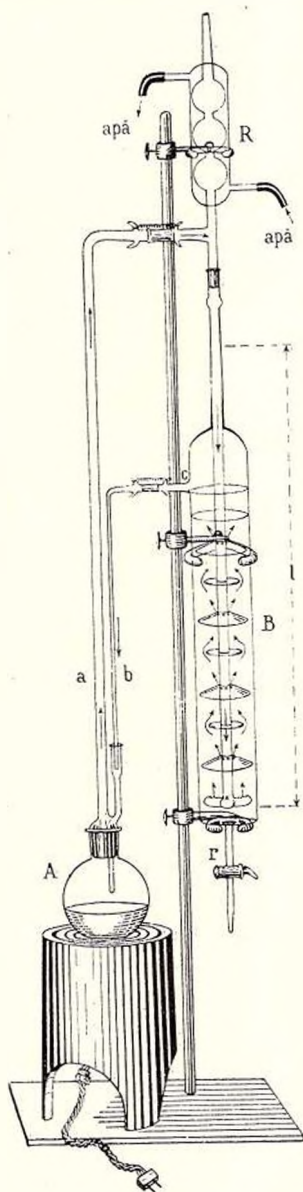


Fig. 1

à proximité de l'endroit de soudure. La partie supérieure du tube s'unit au réfrigérant par une portion corrodée. La longueur *l* est choisie

telle que sa valeur, n'importe le dissolvant, soit supérieure au rapport :

$$\frac{\text{Densité du liquide}}{\text{Densité du dissolvant}}$$

Toutes les jonctions des différents conduits de l'appareil sont corrodées. Les parties corrodées sont fermées suivant le sens de la direction de circulation des vapeurs ou du liquide d'extraction. On a intercalé dans une seule partie du tube (b) un bouchon de liège afin de réduire la rigidité de l'appareil et pour faciliter sa manipulation.

Cet appareil présente les avantages suivants :

- a) La faculté d'employer des quantités assez grandes d'eau allant même jusqu'à un Kgr. ;
- b) Extraction automatique et continue jusqu'à épuisement complet ;
- c) Possibilité d'évacuation et changement de l'eau épuisée sans démonter l'appareil.

5. L'iode doit être considéré comme un élément primaire dans la composition chimique des eaux de gisement. Il provient de la décomposition des microorganismes et des plantes marines, accumulatrices d'iode, comme par ex. : *Fucus*, *Laminaria* etc., enlisées dans les limons de sédimentation. C'est par solubilisation ultérieure qu'il est passé dans les eaux de sédimentation.

Si l'on met en relation la répartition actuelle de l'iode avec le facies organique des roches-mères du pétrole, on constate que ces roches correspondent justement à un facies de grand développement de végétaux et des microorganismes ¹⁾.

Si l'on envisage de telle manière l'origine de l'iode des eaux salées on est conduit à admettre que l'iode doit se trouver aussi dans d'autres eaux de gisement, même si ces dernières ne correspondent pas aux facies pétrolifères.

C'est une observation que l'on peut appliquer de même, au moins partiellement, en ce qui concerne l'ammonium.

Le brome est primaire dans la composition des eaux de gisement. Il entre dans la composition chimique de l'eau des mers et des océans.

Les autres composés chimiques, aussi bien que la concentration de l'eau, ne sont pas des éléments conducteurs ; leur variation ne permet pas d'en tirer de conclusions.

En général les eaux des formations pétrolifères roumaines, ainsi que celles de Galicie et du Caucase, sont caractérisées par une salinité de beaucoup supérieure à celle des eaux salées des formations américaines.

1) L. MRAZEC: Despre compozițiunea apelor de zăcământ etc. Comptes rendus d. s. de l'Inst. Géol. R. Vol. IV. 1914—15.



IV

Je n'insisterai point sur les méthodes de travail que j'ai appliquées pour les dosages des différents constituants chimiques des eaux salées. Après maintes recherches de contrôle, j'ai constaté — en ce qui concerne l'équilibre chimique des eaux salées — qu'il manque non seulement des méthodes d'analyses exactes pour certains radicaux comme ; le HCO_3 et le CO_3 (en présence du magnésium) I et Br, mais que même pour les autres radicaux, les méthodes actuelles de dosage doivent être appliquées avec beaucoup de précaution.

La mise au point des méthodes actuelles d'analyse, ou la recherche de nouvelles méthodes, doivent former l'objet de recherches spéciales. J'espère pouvoir communiquer sous peu des résultats positifs dans ce sens.

Je me contenterai pour le moment d'attirer l'attention sur la manière de procéder dans le laboratoire lorsqu'on analyse de telles eaux.

Les échantillons d'eau, tels qu'ils sont extraits des trous des sondes, sont toujours des limons plus ou moins épais, constituant ce que l'on appelle chez nous, en exploitation, „bortzoroagă” et formant souvent des émulsions avec le pétrole. C'est pourquoi l'on ne peut faire certains dosages sur place, ni prendre des échantillons pour servir directement aux autres dosages. L'état physique de ces eaux impose à l'analyste — afin d'obtenir des données conformes à la réalité — de procéder de la manière suivante :

a) Il faut travailler seulement avec des échantillons clarifiés par repos et non par filtration comme c'est l'habitude. Leur filtration est tellement lente que la décomposition des bicarbonates de fer et alcalino-terreux peut être totale pour ces derniers. Les échantillons qui, après clarification, ont une légère couche de pétrole à leur surface, peuvent par ce fait se conserver intacts bien longtemps ;

b) Les prises d'essais nécessaires aux différents dosages doivent être faites par pesée et non pas en mesurant des volumes.

Plus la salinité des eaux salées est accentuée, plus elles seront visqueuses ; elles auront par conséquent une vitesse d'écoulement et une plus forte adhérence aux parois des instruments de mesure.

Il en résulte des possibilités d'erreurs à la lecture.

Si ces erreurs peuvent être négligeables dans les dosages qui nécessitent de grandes quantités d'eau, il n'en est pas de même pour les dosages qui réclament des quantités minimales d'eau, comme c'est le cas pour le dosage du chlore. Pour ce dernier dosage on prend assez souvent 0,5 centimètre cubes. Supposons que l'erreur de lecture, due à la viscosité ne soit que de $1/50$, il en résultera une erreur totale de 0,01 cc.



L'erreur totale par litre — auquel on rapporte toutes les données analytiques — serait donc de deux mille fois plus grande, par conséquent elle serait égale à la quantité de chlore contenu dans 20 cc. d'eau.

Si cette erreur est grave lorsqu'on fait des comparaisons avec des éléments se trouvant en quantités infimes dans l'équilibre chimique de l'eau, elle est encore plus grave lorsqu'il est nécessaire de calculer des éléments par différence.

Cette source primordiale d'erreurs est supprimée si la mesure des prises d'essais nécessaires aux différents dosages se fait par pesée. L'opération doit s'effectuer en pesant l'eau dans des fioles bien bouchées à l'émeri.

c) Un aperçu sommaire sur les analyses ci-jointes nous montre immédiatement que la détermination du résidu fixe des eaux salées ne fournit jamais des résultats conformes à la réalité; la valeur obtenue est toujours plus grande. Cela provient du fait que les eaux contiennent en solution du chlorure de calcium ($\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$) et du chlorure de magnésium ($\text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$). Ces sels, lorsqu'ils ne se décomposent pas, comme il arrive pour le chlorure de magnésium, sont toujours difficiles à sécher. Par séchage ils passent d'abord en sels contenant moins d'eau de cristallisation.

Par exemple le sel ($\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$) ne prend naissance qu'à 176° , le chlorure de calcium anhydre n'apparaît qu'à 200° , tandis que le chlorure de magnésium ($\text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$) se décompose pour la plupart en MgOCl et $\text{Mg}(\text{OH})_2$ — par la perte de HCl . Ces sels, que l'on obtient dans ces conditions, sont extrêmement hygroscopiques. Ils absorbent l'eau avec une telle avidité, qu'on ne saurait jamais peser exactement les résidus que l'on obtient de telle manière.

L'éventuelle transformation de ce résidu en un résidu de sulfates ne peut guère s'opérer, car ces eaux contiennent des acides naphthéniques qui seraient détruits.

Les déterminations du résidu et de la concentration en degrés Bé, utilisée parfois dans les chantiers pétrolifères, devront être considérées uniquement comme indications sommaires.

En général l'analyse ne s'effectue par sur des échantillons représentant l'eau dans ses conditions de gisement, mais sur des échantillons de l'eau telle qu'elle se présente à l'extérieur de la sonde.

Pendant la montée dans la colonne de sondage, l'eau dégage une grande quantité des gaz qu'elle contenait à la pression du gisement. J'ai évité donc d'effectuer l'analyse des gaz de l'eau, même quand leurs quantité le permettait; les résultats obtenus n'auraient été que relatif.



V

Le matériel analytique présenté ci-dessous est le résultat de certaines analyses faites en double. Lorsque la quantité d'eau l'a permis, certains résultats représentent la moyenne des résultats obtenus par différentes méthodes de dosage ; ceci à titre d'orientation. Dans un grand nombre d'analyses, les données analytiques sont moins nombreuses, soit par suite de la quantité insuffisante d'eau, soit à cause de l'urgence qui s'imposait.

De tels problèmes urgents se posent en Roumanie, surtout lorsque des eaux interviennent pendant l'extraction du pétrole.

Dans ces cas, on a obtenu assez souvent des informations suffisantes par le résidu, par la présence de l'acide sulfurique et par les acides naphthéniques.

En Roumanie on n'a pas encore effectué l'étude des différentes nappes d'eaux ni par régions ni d'après la verticale.

J'ai entrepris un essai de ce genre à Govora (district Vâlcea), où la Société Pétrolifère „Govora”, en suivant le conseil du regreté Prof. Murgoci, décida l'analyse de toutes les nappes aquifères rencontrées dans la sonde No. 2.

A ma connaissance il n'y a aucune société d'exploitation, même parmi les plus puissantes, qui aient fait quelque chose dans cette direction, bien qu'elles ont de grandes possibilités d'investigations et des intérêts immédiats. Les données analytiques que j'ai pu obtenir grâce à l'obligeance de certains services géologiques se réduisent à de vagues informations, par sondes.

Une étude systématique des différentes nappes d'eaux de gisement des formations pétrolifères roumaines, par régions et par localités pétrolifères, nécessiterait le concours large des sociétés pétrolifères. Une pareille étude complète exigerait non seulement des échantillons de toutes les nappes d'eau (même de celles qu'on néglige au forage) mais aussi des manipulations qui retarderaient les travaux de sondage telles par exemple : des occlusions nouvelles et des vidages plus fréquents de la colonne.

Le grand nombre d'analyses que l'on doit effectuer afin de nous fixer avec précision sur les types d'eau des différentes nappes aquifères, appartenant aux formations pétrolifères roumaines, ainsi que sur les mélanges possibles, et même sur les proportions de ce mélange, rend indispensable la collaboration des laboratoires de chimie de ces sociétés.

Dans ce cas, il faut encore standardiser les méthodes de travail.

Le surplus des dépenses se compenserait d'ailleurs par des avantages d'ordre pratique.



Les tableaux d'analyse ci-joints contiennent 19 analyses d'eau appartenant à différentes formations. Comme on le voit, les données analytiques sont rapportés le plus souvent à un litre d'eau.

Les analyses 1, 2, 3, 4 et 5 se rapportent à des différents échantillons tirés des nappes aquifères, que l'on rencontre à Govora, dans le forage de la sonde No. 2 de la Société „Govora”. Toutes ces nappes d'eau analysées appartiennent au Méditerranéen (Burdigalien, Helvétien).

Des données analytiques comprises dans la 3-ème rubrique de chaque analyse, où figurent les pourcents des valeurs de réaction des différents ions, il résulte que ces valeurs sont à peu près constantes, à part les analyses 4 et 5. Elles contiennent toujours de l'iode et du brome, tandis que les sulfates font complètement défaut.

Leur salinité est formée exclusivement d'halogénures; notamment d'acide chlorhydrique et plus rarement et en plus petite mesure par des bicarbonates. Ce qui fait que ces eaux soient, en conditions normales de température, très stables.

Ces eaux contiennent très peu de gaz; à ce qu'il paraît elles sont exemptes d'acide carbonique.

Le rapport de réaction entre le calcium et le magnésium (Ca/Mg), est constant: 2,2 environ, à l'exception des analyses 4 et 5 mentionnées ci-dessus. Le moyenne générale pour toutes les eaux est plus petite que 2,3.

En comparant les valeurs de réaction des équivalents, appartenant à des bases différentes, il résulte que la proportion suivant laquelle les alcalino-terreux (Ca, Mg) entrent dans l'équilibre chimique de ces eaux, est également constant, presque un tiers de la valeur des métaux alcalins (Na, K, et NH_4).

Ces eaux par acidification, ne précipitent pas des acides naphthéniques, quoique certaines d'entre elles ont une faible odeur de pétrole.

Les analyses 6, 7, 8, 9 et 10 fournissent des données analytiques sur des eaux différentes, rencontrées dans les sondes forées dans le Méotien.

La particularité de ces eaux consiste en ceci, que l'on constate des équilibres extrêmement variés dans leur composition chimique. Ce fait est dû à l'acide carbonique, qui entre dans la composition des gaz de pétrole, gaz assez répandus dans cette formation géologique. Comme on le sait, la présence de l'acide carbonique facilite la dissolution des carbonates de calcium et de magnésium, à l'état de bicarbonates.

L'intervention en solution des bicarbonates de calcium, de magnésium et même des bicarbonates de fer déterminent des modifications notables dans la nature de l'eau. On constate en premier lieu des



rappports nouveaux d'équilibre, dus aux ions de HCO_3 , Ca, Mg et Fe, introduits par cette voie et en second lieu une moindre stabilité de ces eaux.

Par conséquent on peut considérer ces eaux comme étant constituées par les deux parties suivantes : *a*) une partie permanente, stable, formée par les sels d'acides forts auxquels on peut ajouter aussi les acides bromhydrique et iodhydrique, et *b*) une autre partie moins stable formée par les sels d'acides faibles, carbonique et bicarbonique, qui s'est ajoutée accidentellement et en mesure variable à la première.

C'est donc à l'influence des facteurs externes—à la richesse en acide carbonique des gaz qui accompagnent ces eaux, ou en imprègnent les roches, et à la nature de ces roches même — que sont dues, dans la composition des roches du Méotien, les variations, non seulement en ce qui concerne la quantité totale des alcalino—terreux, mais aussi la proportion qui existe entre eux.

Les analyses des eaux du Méotien, à l'exception de l'eau extraite de la sonde No. 2 de la Société „I. R. D. P.” située à Ochiuri (Analyse 7), ont mis en évidence la présence des sulfates en quantités plus ou moins notables. On peut citer comme exemple l'eau de la sonde No. 14, de Vârful Drăgăneșei, district Prahova, (Analyse 10) appartenant à la Société „I'orajul” dans laquelle la proportion des sulfates est celle que l'on trouve généralement dans les eaux douces — potables. Cette constatation ne constitue d'ailleurs pas une contradiction au phénomène général de réduction des sulfates. De même, on ne peut pas déduire non plus que l'on se trouve dans une phase avancée de réduction de ces sulfates, lorsqu'ils se trouvent en petites quantités. Dans ce cas on doit plutôt admettre qu'on a à faire avec un mélange d'eaux de gisement et d'eaux provenant des couches étrangères.

Toutes les eaux de cette formation contiennent de l'iode et du brome (dont le dosage n'a pas été fait) en quantité appréciable. Elles renferment également des sels d'acides naphthéniques, caractéristiques de cette formation.

Les analyses 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 et 18 se rapportent à certains échantillons d'eau extraits des sondes forées à Moreni (Prahova) dans le Dacien.

Dans les eaux de cette formation on observe encore des perturbations provoquées par l'intervention des bicarbonates alcalino—terreux, dans l'équilibre chimique de l'eau. C'est l'acide carbonique, que l'on trouve dans ces formations en quantité beaucoup plus considérable que dans le Méotien, et qui est la cause des perturbations mentionnées.

La présence des sulfates dans certaines de ces eaux, en quantité assez réduite d'ailleurs, doit également être considérée comme fortuite.



On observe constamment, dans ces eaux et même dans celles ayant une grande salinité, une quantité moindre d'iode que dans le Méditerranéen et le Méotien. Il en est de même pour le brome qui dans certains échantillons ne peut pas être décelé.

J'estime que ce fait pourrait être expliqué en admettant la possibilité d'un mélange d'eau salée de gisement et d'eau simplement salée, dont la salaison serait due au lavage du noyau de sel local, assez rapproché de l'emplacement de ces sondes. On sait que le sel ne contient, que des traces infimes d'iode.

L'analyse 19 fournit des données analytiques en ce sens; c'est une eau qui a du laver un massif de sel; à savoir l'eau de la source salée de Poiana (Câmpina).

La salinité de cette eau, comme il résulte des données analytiques, est formée presque exclusivement d'alcalis et de très peu d'alcalino-terreux. L'analyse montre également que ces eaux sont chargées de sulfates.

Les sulfates contenus dans cette eau disparaîtraient par l'action réductrice des hydrocarbures. Il va sans dire, que ce phénomène est complété ensuite par l'action parallèle de l'acide carbonique.

Toutes les eaux contiennent les sels des acides naphthéniques, en exceptant l'eau de la sonde No. 1 appartenant à la Société „Malekove” de Băicoi (analyse 17). Le grand contenu de cette eau en bicarbonates et l'absence complète des naphthénates nous oblige à la considérer comme appartenant à une couche supérieure à la couche de pétrole; elle ne serait donc que sous l'influence des hydrocarbures sans se trouver en contact direct avec le pétrole.





Tableau I

Nombre d'ordre		1			2			3			4			5		
Profondeur		196 m.			387 m.			412 m.			460 m.			544 m.		
Références sur les données		Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.	Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.	Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.	Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.	Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.
C a t i o n s	Sodium Na'	15,5639	676,69	37,49	12,3434	536,68	38,17	12,7358	553,74	37,87	20,6924	899,67	39,20	13,1390	571,29	37,07
	Potassium K'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0850	2,17	0,14
	Ammonium NH ₄ '	0,0090	0,50	0,03	0,0072	0,40	0,03	0,0110	0,61	0,04	0,0070	0,39	0,02	0,0064	0,35	0,02
	Calcium Ca''	3,1072	155,09	8,59	2,2646	113,04	8,04	2,4319	121,38	8,30	3,1845	158,95	6,93	2,9840	148,94	9,67
	Magnésium Mg''	0,8539	70,22	3,89	0,6318	51,96	3,69	0,6674	54,89	3,75	1,0701	88,00	3,83	0,5770	47,45	3,08
	Fer Fe''	—	—	—	0,0255	0,92	0,07	0,0125	0,45	0,03	0,0161	0,58	0,02	0,0091	0,33	0,02
A n i o n s	Chlore Cl'	31,9660	901,45	49,94	24,8666	701,27	49,88	25,8750	729,71	49,91	40,6543	1146,625	49,94	27,2900	769,58	49,94
	Brome Br'	0,0553	0,69	0,04	0,0492	0,62	0,04	0,0510	0,64	0,04	0,0272	0,34	0,02	0,0225	0,28	0,02
	Iode I'	0,0463	0,36	0,02	0,0243	0,19	0,01	0,0338	0,27	0,02	0,0531	0,42	0,02	0,0443	0,35	0,02
	Sulfurique SO ₄ '	absent	—	—	absent	—	—	absent	—	—	absent	—	—	absent	—	—
	Bicarbonique HCO ₃ '	—	—	—	0,0558	0,92	0,07	0,0273	0,45	0,03	0,0353	0,58	0,02	0,0198	0,33	0,02
Acide metasilicique SiO ₃ H ₂ '	—	—	—	0,0088	—	—	—	—	—	—	0,0696	—	—	0,0064	—	—
Total		51,6016	1805,00	100,00	40,2772	1406,00	100,00	41,8457	1462,14	100,00	65,8096	2295,18	100,00	44,1835	1541,07	100,00
Résidu fixe à 180° (pesé)		55,801	—	—	43,380	—	—	52,048	—	—	71,251	—	—	46,186	—	—
Le rapport de réaction Ca/Mg'		2,2			2,17			2,2			1,8			3,1		
PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES D'APRÈS CHASE PALMER																
Salinité primaire		75,04			76,40			75,82			78,42			74,42		
Salinité secondaire		24,96			23,46			24,12			21,53			25,54		
Alcalinité primaire		0			0			0			0			0		
Alcalinité secondaire		0			0			0			0			0		
Alcalinité tertiaire		0			0,14			0,06			0,05			0,04		
		100,00			100,00			100,00			100,00			100,00		

Tableau II

Nombre d'ordre		6			7			8			9			10		
Origine de l'échantillon		Runcu. Sonde No. 7 Société „I. R. D. P.“			Ochiuri S-de No. 2 Soc. „I. R. D. P.“ Toit au Méot. à 867 m			Ochiuri. Sonde No. 4 Société „I. R. D. P.“			Vârful Drăgănesei. S-de No. 14 Société „Forajul“			Vârful Drăgănesei. S-da No. 14 Société „Forajul“		
Références sur les données		Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.	Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.	Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.	Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.	Grammes au Litre	Milliéqui- valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliéq.
Cations	Sodium Na'	5,3733	233,620	47,822	60,720	2640,14	42,6	16,482	716,56	46,36	2,063	89,69	28,73	3,999	173,876	34,564
	Ammonium NH ₄ '	non dosé	—	—	non dosé	—	—	0,159	8,81	0,57	non dosé	—	—	0,024	1,674	0,333
	Calcium Ca''	0,051	2,550	0,520	5,234	261,24	4,2	0,299	14,97	0,97	0,903	45,07	14,44	1,070	53,040	10,541
	Magnésium Mg''	0,096	7,895	1,615	2,429	199,55	3,2	0,382	31,42	2,03	0,223	18,34	5,87	0,204	16,808	3,340
	Fer Fe''	0,0052	0,185	0,040	—	—	—	0,031	1,10	0,07	0,084	3,01	0,96	0,173	6,173	1,226
Anions	Chlore Cl'	7,1860	202,640	41,480	109,710	3093,85	49,9	27,202	767,12	49,63	2,922	82,40	26,40	8,236	232,260	46,161
	Brome Br'	non dosé	—	—	non dosé	—	—	non dosé	—	—	non dosé	—	—	non dosé	—	—
	Iode I'	0,0018	0,014	0,003	0,0057	—	—	0,0041	0,03	0,002	0,0019	0,015	—	0,0015	0,011	0,002
	Sulfurique SO ₄ '	0,0117	0,244	0,047	absent	—	—	0,0043	0,09	0,006	—	—	—	0,055	1,119	0,222
	Bicarbonique HCO ₃ '	2,523	41,352	8,470	0,432	7,08	0,1	0,343	5,62	0,362	4,496	73,695	23,60	1,109	18,181	3,612
Acide metasilicique SiC ₃ H ₂		non dosé	—	—	non dosé	—	—	0,068	—	—	non dosé	—	—	0,008	—	—
Acides naphténique		présents	—	—	présents	—	—	présents	—	—	—	—	présents	présents	—	—
Total		15,2480	488,500	100,000	178,5307	6201,86	100,0	44,9744	1545,72	100,000	10,6929	312,220	100,00	14,8795	503,142	100,000
Résidu fixe à 180° (peré)		15,029	—	—	183,251	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rapport de réaction Ca/Mg		0,32			1,31			0,44			2,46			3,15		
PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES D'APRÈS CHASE PALMER																
Salinité primaire					85,2			93,86						62,89		
Salinité secondaire					14,6			5,42						22,99		
Alcalinité primaire					—			—						—		
Alcalinité secondaire					0,2			0,58						4,77		
Alcalinité tertiaire					—			0,14						2,45		
Total					100,00			100,0						100,00		

Tableau III

Nombre d'ordre		11			12			13			14			15			16			17			18			19			
Origine de l'échantillon		Moreni (Cricov) Sonde No. 17, Société „I. R. D. P.“			Moreni (Tuicani) Sonde No. 1 Société „Petrol Block“			Moreni (Tuicani) Sonde No. 5 Société „Columbia“			Moreni (Tuicani) S-de No. 137 „Soc. Rom.-Americană“			Moreni (Tuicani) S-de No. 117 Soc. „Rom.-Americană“			Moreni (Tuicani) Sonde No. 1 Société „Olea“			Băicoi, Sonde No. 1 Société „Malekove“			Moreni, Sonde No. 15 „Soc. „Creditul Minier (Drader)“			La source salée Poiana (Câmpina)			
Références sur les données		Grammes au Litre	Milliéqui-valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliég.	Grammes au Litre	Milliéqui-valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliég.	Grammes au Litre	Milliéqui-valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliég.	Grammes au Litre	Milliéqui-valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliég.	Grammes au Litre	Milliéqui-valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliég.	Grammes au Litre	Milliéqui-valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliég.	Grammes au Litre	Milliéqui-valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliég.	Grammes au Kgr.	Milliéqui-valents au Kgr.	Val. de réaction pour cent milliég.	Grammes au Litre	Milliéqui-valents au Litre	Val. de réaction pour cent milliég.	
Cations	Sodium Na ⁺	29,992	1304,03	42,55	24,338	1058,080	35,734	12,092	525,74	35,1	5,119	222,571	35,890	4,568	198,591	38,947	5,7029	247,788	33,274	2,063	89,69	28,73	29,1907	1268,959	42,063	128,129	5415,464	49,219	
	Ammonium NH ₄ ⁺	non dosé	—	—	non dosé	—	—	non dosé	—	—	0,095	5,288	0,859	non dosé	—	—	0,1018	5,643	0,758	—	—	—	0,3610	20,011	0,663	non dosé	—	—	
	Calcium Ca ⁺⁺	1,550	77,36	2,53	3,678	183,580	6,200	1,462	72,97	4,88	0,910	45,420	7,323	0,465	23,217	4,573	0,8122	40,636	5,457	0,903	45,07	14,44	1,8169	90,686	3,005	1,553	79,510	0,704	
	Magnésium Mg ⁺⁺	1,820	149,67	4,88	2,897	238,240	8,046	1,820	149,67	9,99	0,438	36,020	5,816	0,403	33,136	6,480	0,9466	77,873	10,457	0,223	18,34	5,87	1,5491	127,394	4,223	0,094	7,776	0,071	
	Fer Fe ⁺⁺	0,031	1,11	0,04	0,150	0,580	0,019	0,0015	0,05	0,003	0,023	0,823	0,112	—	—	—	0,0114	0,409	0,054	0,084	3,01	0,96	0,0380	1,360	0,045	0,016	0,573	0,006	
Anions	Chlor Cl ⁻	53,400	1505,89	49,14	51,000	1440,800	48,661	24,290	685,00	47,30	10,232	290,961	46,910	8,686	244,941	48,038	12,7547	359,600	48,301	2,922	82,40	26,40	56,6662	1485,201	49,229	191,851	5410,500	49,174	
	Brome Br ⁻	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Iode I ⁻	0,001	0,01	—	0,0078	0,063	0,002	0,003	0,02	0,001	—	—	—	0,004	—	—	0,0008	0,006	—	0,0019	0,015	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sulfurique SO ₄ ^{''}	0,084	1,75	0,06	0,062	1,288	0,044	0,010	0,21	0,016	—	—	—	—	0,003	—	0,0140	0,291	0,039	absent	—	—	—	—	—	0,138	4,600	0,042	
	Carbonique CO ₃ ^{''}	—	—	—	0,611	10,020	0,339	0,891	14,60	0,97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,4160	23,209	0,769	0,286	4,700	0,043	
	Bicarbonique HCO ₃ [']	1,496	24,52	0,80	0,848	28,270	0,954	1,458	48,60	3,25	1,167	19,161	3,090	0,610	10,000	1,961	0,7554	12,381	1,659	4,496	73,695	23,60	absent	—	—	3,916	81,253	0,741	
Acide metasilicique SiO ₃ H ₂	non dosé	—	—	non dosé	—	—	non dosé	—	—	non dosé	—	—	non dosé	—	—	0,0500	—	—	non dosé	—	—	0,0640	—	—	—	—	—	—	
Acides naphthéniques	présents	—	—	présents	—	—	présents	—	—	présents	—	—	présents	—	—	présents	—	—	absents	—	—	présents	—	—	absents	—	—	—	
Total	88,374	3064,34	100,00	83,6818	2960,880	100,00	42,0275	1496,86	100,000	17,984	620,244	100,000	14,736	509,888	100,000	21,1572	744,698	100,00	10,6929	312,220	100,00	87,1019	3016,820	100,000	235,983	11002,646	100,000		
Résidu fixe à 180° (pesé)	90,989	—	—	87,070	—	—	45,168	—	—	20,103	—	—	14,924	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Le rapport de réaction Ca/Mg	0,43			0,77			0,48			1,26			0,70			0,52			2,46			0,69			9,91				
PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES D'APRÈS CHASE PALMER																													
Salinité primaire	85,10			71,47			70,26			73,50			77,89			68,06			85,45			98,44							
Salinité secondaire	13,30			25,94			21,30			20,46			18,19			28,54			13,01			1,39							
Alcalinité primaire	—			—			—			—			—			—			—			—							
Alcalinité secondaire	1,52			2,55			8,43			5,82			3,92			3,29			1,45			0,16							
Alcalinité tertiaire	0,08			0,04			0,01			0,22			—			0,11			0,09			1,39							
Total	100,00			100,00			100,00			100,00			100,00			100,00			100,00			100,00			100,00				

GEOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN ÜBER DAS MIOZÄN ZWISCHEN DEM SIRET UND DEM NISTRU IN DER BUCOWINA UND IM NÖRDLICHEN BESSARABIEN

VON

GH. MACOVEI und I. ATANASIU

Infolge der unvollständigen Kenntnis der Geologie der Bukowina und des nördlichen Bessarabien wurde auf der Karte 1 : 1.500.000 des Geologischen Institutes (1926) die sarmatische Stufe fast ganz willkürlich ausgeschieden. Die Ausscheidung des Sarmats wurde eingeführt und selbst auf Karten kleinen Masstabes eingehalten, weil, besonders in der Moldau, diese Grenzlinie zugleich die gefaltete Zone der Karpathen von dem moldauischen Plateau trennt. Tatsächlich fällt die Westgrenze des Sarmats auffällig mit der Grenze des moldauischen Plateaus zusammen. Da die Ausscheidung des Sarmats auch für die in Vorbereitung befindliche Karte 1 : 500.000 aufrecht erhalten werden soll, ergab sich in erster Linie die Notwendigkeit einer wenn auch nur summarischen Kartierung des Sarmats im Nordosten des Landes, welche wir im Sommer 1929 begonnen haben.

In der vorliegenden Arbeit legen wir die Resultate unserer Beobachtungen zwischen dem Siret und dem Nistru vor, als des einzigen bisher näher erforschten Gebietes.

I

DAS TORTON

A) BESCHREIBUNG DER VORKOMMEN

Sowohl zum Zwecke der Feststellung der faziellen Charaktere der Miozänablagerungen in der Bukowina und im nördlichen Bessarabien, als auch um die Rolle festzulegen, welche diesen Ablagerungen im Bau dieser Gegend zukommt, erscheint es uns vor allem notwendig, eine detaillierte Beschreibung und Überprüfung der wichtigsten Vorkommen zu geben.



Zu diesem Zwecke beginnen wir mit der Beschreibung der Vorkommen am rechten Ufer des Nistru, um dann weiter ins Innere des Gebietes vorzudringen.

I. Das Tal des Nistru, von der polnischen Grenze bis nach Darabani (talabwärts von Hotin).

Bei Prelipcea liegt, nach den von SAVA ATHANASIU (1920) gemachten Beobachtungen, das Miozän auf einer Erosionsoberfläche des Devons (Rote Sandsteine). Die Grenzfläche zwischen beiden liegt in circa 230 m Höhe.

Der unterste Horizont des Miozän wird hier von groben, kalkigen Sandsteinen mit *Terebratula grandis*, *Ostrea sp.*, Lamellibranchiaten und Foraminiferen gebildet. Darüber folgen, etwa 10 m mächtig, Lithothamnienkalke in Form von runden, etwa faustgrossen Blöcken; zwischen diesen Blöcken finden sich auch Fossilien (*Ostrea sp.*, *Serpula sp.*, Lamellibranchiaten und Bryozoen). Diese Kalke werden von einer circa 5 m mächtigen Gips führenden Schichte überlagert (in 250 m Höhe), über welcher Tone folgen, die zum Teil erodiert und von quaternären Ablagerungen bedeckt sind. Am Ufer des Nistru befinden sich in den Gips-Schichten alte Steinbrüche, welche sich bis etwa einen Kilometer von der Grenze der Bukowina talabwärts hinziehen und auch auf der österreichischen Karte 1:75.000 in circa 250 m Höhe angegeben sind. Auf dieser Karte sind auch die meisten der unzähligen Dolinen des Plateaus südlich von Prelipcea verzeichnet. Diese Dolinen kommen im Allgemeinen in jenen Teilen vor, deren Höhe 300 m nicht übersteigt, also, wo die Bedeckung der Gips-Schichten durch die Tone nicht sehr mächtig ist.

Gegen Süden sind die Gips-Schichten noch sichtbar bei Chisileu, wo sie in so grossen Mengen vorkommen, dass die Bewohner sie als Material für die Umzäunung ihrer Grundstücke verwenden. Sie liegen hier in einer Höhe von 240 m. Da sie im Norden des Dorfes nur von einer dünnen Decke jüngerer Sedimente überlagert werden, wird die Bildung von Dolinen, die übrigens auch hier auf der Karte 1:75.000 angegeben sind, sehr erleichtert.

Bei Vrînceni (Werenczanka) und etwa 5 km südlich davon, wird die Anwesenheit der Gips-Schichten in der Tiefe durch die Dolinen kenntlich gemacht, welche im Valea Sowica in einer Höhe von 204—206 m vorkommen. Die Gips-Schichten müssen also hier bereits unter der Höhe von 200 m liegen.

Bei Crisciatic, gegenüber von Zalescic, bleibt das Profil der mediterranen und paläozoischen Ablagerungen, sowohl nach den Aufzeichnungen von S. ATHANASIU (1920) als auch nach unseren eigenen



Beobachtungen fast dasselbe, jedoch mit dem Unterschied, dass unter den basalen Sandsteinen des Miozän, welche eine Mächtigkeit von etwa 4 m haben, noch eine 20—30 cm mächtige Schichte eines weichen, zerreiblichen Tonen mit *Terebratula grandis* vorkommt. Die Höhe der Gips-Schichten beträgt auch hier 250 m.

Der Lithothamnienkalk und die Gips-Schichten sind am Rande der Landstrasse, die zur Nistru-brücke führt, unmittelbar nördlich der Kote 224 (Karte 1:75.000) gut aufgeschlossen und leicht zugänglich. Die Kontaktfläche zwischen dem Paläozoikum und dem Mediterran führt eine sehr ergiebige Grundwasserschichte. Das Plateau ist mit Löss bedeckt ¹⁾.

Bei Rapuşneţ sind, nach S. ATHANASIU, die mediterranen Ablagerungen im Rapuşneţ-Bache gut aufgeschlossen. Sie liegen hier auf Mittelkreide, welche durch grünliche konglomeratische Sandsteine, mit kugeligen, sphärischen oder schichtförmigen Kieselabsonderungen repräsentiert wird. In den Lithothamnienkalken findet sich eine circa 1 m mächtige Einlagerung eines feinen weissen Sandes. Die Gips-Schichten bleiben in ungefähr der gleichen Höhe. Dolinen wurden gegen Süden, bei Tincau und bei Cadobeşti beobachtet.

Auf dem 277 m hohen Plateau, auf dem sich das Dorf befindet, liegen nach FLOROV ²⁾ quaternäre Ablagerungen in 6 m Mächtigkeit, welche an der Basis eine aus karpathischen Elementen zusammengesetzte Schotterlage führen.

Bei Dorosăuţi ist das Silur, Grünschiefer mit dünnen Kalkzwischenlagen, ist sehr fossilreich (*Grammysia*, *Orthoceras*, *Tentaculites* etc). Auf dem Bergrücken, der sich von der Kote 266 gegen die Ortschaft hinunterlässt, steigt es höchstens bis zur Höhe von 180 m. Über dem Silur folgen harte, einige Meter mächtige, fossilführende Kreidesandsteine und darüber Mediterranablagerungen von dem schon oben beschriebenen Charakter. Die Gips-Schichten liegen in circa 230 m Höhe.

In der Ortschaft Tăuteni (Toutry) entspringen, 300 m nördlich von der Kirche, sehr starke Quellen, welche aus der ergiebigen Grundwasserschichte, welche sich über dem Silur befindet, gespeist werden. Die Gips-Schichten sind südlich des Dorfes bis nahe zur Kote 223 sichtbar. In ihnen werden Grottenbildungen erwähnt ³⁾.

Bei Zastavna erreichen die Gips-Schichten nicht mehr die Ober-

¹⁾ I. PRELIPCEANU. Das Vorkommen von Rippelmarken im Devonsandstein des Dnjestertales bei Zaleszczyki, Bul. Fac. d. Ştiinţe din Cernăuţi, Tom. II, fasc. 2, pag. 463, Cernăuţi, 1928.

²⁾ N. FLOROV. Quaternarul in Basarabia, Bul. Muz. Naţional din Chişinău, fasc. I, pag. 94, Chişinău, 1926.

³⁾ H. MITTELMANN. Illustrierter Führer durch die Bukowina, pag. 124, Czernowitz, 1907.



fläche und ihr Vorhandensein in der Tiefe wird nicht durch Dolinen wahrscheinlich gemacht, obwohl die Ortschaft nur 220 m hoch liegt. Falls die Gips-Schichten hier noch vorkommen, so müssen sie in circa 190 m Höhe liegen, also ungefähr 30 m unterhalb des Oberflächenniveaus.

Bei Ocna entspringt, nach S. ATHANASIU, aus den Berghängen im südlichen Teil des Dorfes innerhalb der Kreideschichten eine starke Quelle, welche den durch das Dorf fließenden Bach speist. Ihr Wasser stammt bestimmt, ebenso wie bei Dorosăuți, aus der Grundwasserschicht über dem Paläozoicum. Die Basis der Kreideschichten liegt in circa 190 m Höhe.

Die Kreide ist durch grobe, grünliche, manchmal konglomeratische Sandsteine vertreten, mit häufigen Silexknollen und Schalenbruchstücken, von denen *Exogyra* bestimmt werden konnte. Ihre Mächtigkeit beträgt ungefähr 15 m.

Das Miozän beginnt mit einer Schicht reinen, weissen Quarzsandes von 4 m Mächtigkeit¹⁾, in welchem, neben anderen Formen, *Scutella* sp. gefunden wurde. Darauf folgen der Lithothamnienkalk mit 15 m Mächtigkeit und die Gips-Schichten, die von Alluvionen bedeckt sind, in welchen abgerollte Bruchstücke von Gips und roten Devon-Sandsteinen beobachtet werden können. Wahrscheinlich haben wir hier eine Terrasse des Nistru vor uns.

Die Höhe der Gips-Schichten muss 225—230 m betragen, da auf dem 230—240 m hohen Plateau zwischen Ocna und Onut die Gipse oft an die Oberfläche gelangen.

Südlich von Ocna erscheinen die Gips-Schichten bei Pohorăuți, wo in ihnen Grotten erwähnt werden²⁾. Östlich des Dorfes befinden sich bei der Kote 235 viele Dolinen, welche zeigen, dass die Gips-Schichten hier unter 230 m Höhe liegen.

Bei Mitcău erwähnt H. WOLF³⁾ in den basalen Sanden des Miozän *Panopaea Menardi* und *Isocarăia cor.*

Bei Onut (S. ATHANASIU 1920) wird das Silur, welches am rechten Ufer des Onut-Baches gut aufgeschlossen ist, durch grüne Schiefer mit seltenen Zwischenlagen schwärzlicher Kalke mit *Trilobiten* und *Brachiopoden* repräsentiert. Seine sichtbare Mächtigkeit beträgt etwa 45 m. Am Ufer des Nistru ist nördlich der Mündung des Onut-Baches die Kreide gut aufgeschlossen, welche hier von grünen Sandsteinen und

¹⁾ Die chemische Analyse des Sandes wurde von FRI. POPESCU gemacht. Studii tehnice și economice, Vol. XIII, fasc. 9, pag. 9, București, 1929. Der Steinbruch befindet sich südlich des Dorfes, am Weg gegen Zastavna

²⁾ H. MITTE MANN l. c.

³⁾ H. WOLF. Gebiet am Zbrucz und Nicezlawfluss, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1875, pag. 221, Wien, 1875.



Konglomeraten, mit Silexkonkretionen, gebildet wird. Die Sandsteine sind fossilführend und enthalten Phosphorite. Ihre Basis liegt in etwa 165 m Höhe, ihre Mächtigkeit beträgt circa 20 m.

Das Mediterran beginnt mit demselben weissen, fossilführenden Sand (*Ostrea sp. Scutella sp.*), in welchem hier auch Bänke eines groben, ebenfalls fossilführenden Sandsteines vorkommen. Darüber folgt der Lithothamnienkalk und die Gips-Schichten.

Beim *Părăul negru* (Czarny potok) verschwindet das Silur unter der Kreide. Auf dem östlich der Ortschaft gelegenen Plateau (Kote 237) zeigen die vielen Dolinen die Anwesenheit der Gips-Schichten in einer Höhe unter 230 m an.

Gegen Süden, beim *Bialy-Bach*, sind die Lithothamnienkalke noch bei der Brücke mit der Kote 195 sichtbar. Die Gips-Schichten müssen hier in einer Höhe von 200—210 m liegen. Sie sind von Mergeln bedeckt.

Bei *Michalcov*, am linken Ufer des Nistru, gibt *PETRINO* ¹⁾ folgendes Profil der über den Gips-Schichten liegenden Sedimente:

Braune Sande mit grünlichen Mergeln und Blöcken von Gips, harte, gelbbraune Kalke, gelbe, ockerführende Sande, geschichtete Sandsteine und graue Mergel mit *Lithothamnium ramosissimum*.

Aus dem oberen Teil der Mergel stammen:

Pecten Malvinae DUB.

Pecten duodecim lamellatus BRONN.

Culyptrea chinense L.

Isocardia cor L.

Corbula gibba OLIVI.

Weiterhin beobachtete er, dass bei der Schlinge des Nistru westlich von *Onut*, die Oberfläche mit Alluvionen des Nistru bedeckt ist.

Bei *Gordeuți* ist das Silur sehr gut am Südende des Dorfes aufgeschlossen. Es wird hier von grauen, plattigen Kalken gebildet. Seine sichtbare Mächtigkeit kann etwa 40—50 m oder auch mehr betragen. In ungefähr 150—160 m Höhe liegt die Basis der Kreide, welche hier durch etwa 6 m mächtige weiche Sandsteine mit Silexkonkretionen gebildet wird.

Das Miozän beginnt mit einer 2—3 m mächtigen Bank von Lithothamnienkalk, über welcher 10 m mächtige Sandsteine mit *Ostrea* folgen. In etwa 200 m Höhe liegen, am rechten Bachufer, sandige Kalke mit *Ervillea*, welche die Basis des Sarmat bezeichnen.

Bei *Hotin* finden sich, am Südende der Stadt, an dem Weg, der

¹⁾ O. PETRINO. Ueber die Stellung des Gypses in Ost-Galizien und der Bukowina, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien, 1875, pag. 217.



nach Anadol führt, in 210—220 m Höhe, Steinbrüche in einem Torrentialschichtung aufweisenden, Ervlien führenden Sandstein angelegt. Wir rechnen diese Sandsteine zum Sarmat. Unter ihnen erscheinen, in etwa 180—190 m Höhe, oolithische, ebenfalls sarmatische Kalke und unter ihnen Gips-Schichten. VĂSCĂUȚANU¹⁾ fand bei der Festung von Hotin über dem 4 m mächtigen Lithothamnienkalk eine Bank vulkanischer Asche. Unter dem Kalk folgt eine 10 m mächtige Schicht von Sandsteinen und Konglomeraten. Die Gips-Schichten sind bei Darabani gut aufgeschlossen, wo sie in grossen Steinbrüchen ausgebeutet werden. Sie haben eine Mächtigkeit von 5—6 m und haben im Hangenden eine 50 cm mächtige Bank von Lithothamnienkalk, welcher auch *Ostrea* führt. Die Höhe, in welcher die Gips-Schichten hier erscheinen, beträgt etwas weniger als 150 m. Lithothamnienkalke sind weiterhin auch am Flussufer, 1 km abwärts von der Ortschaft Capleuca aufgeschlossen.

Die Gips-Schichten setzen sich auch Nistru-abwärts fort. Sie verschwinden wahrscheinlich in der Nähe des Ortes Câșla Niejimeni, denn bei Percăuți sind sie nicht mehr vorhanden.

Aus den Beobachtungen und Daten, die uns über das Nistru-Tal von der Nordgrenze der Bukowina bis nach Hotin zur Verfügung stehen, können wir folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Das Mediterran besitzt in dieser Gegend eine Mächtigkeit von circa 40 m.

Von Prelicea bis nach Onut bleibt die petrographische Zusammensetzung des Mediterran ziemlich konstant und ist folgende:

An der Basis 4—5 m weisse, fossilführende Sande, dann
 circa 20 m Lithothamnienkalke
 circa 5—10 m Gips-Schichten

Im oberen Teil: Tone und Mergel mit *Lithothamnium* und *Pecten*.

Diese Entwicklung kann als ein besonderer Typus der Entwicklung des Mediterrans gelten.

Bei Gordeuți erscheinen Lithothamnienkalke gerade an der Basis der Stufe; über ihnen folgen Sandsteine mit *Ostreen*, welche möglicherweise den oben erwähnten basalen, weissen Sanden entsprechen.

Bei Hotin-Darabani, finden sich über den Gips-Schichten Kalke mit *Lithothamnien* und *Ostreen*, welche höchstwahrscheinlich den von PETRINO erwähnten Lithothamnienergeln über den Gips-Schichten entsprechen, sodann 20—25 m Mergel und schliesslich die Oolithkalke an der Basis des Sarmat. Auch hier existiert, nach VĂSCĂUȚANU (l. c. pag. 241) ein tieferer Horizont von Sandsteinen und Konglomeraten mit etwa

¹⁾ TH. VĂSCĂUȚANU. Asupra formațiunilor mediterane din Nordul Basaabeiir Acad. Rom., Mem. Sect. științ., Seria III, T. III, pag. 241, București, 1926.



10 m Mächtigkeit. Interessant ist das Vorkommen vulkanischer Tuffe als Zwischenlagerung im Mediterran, die von demselben Autor erwähnt werden.

Die oben aufgestellte Unterteilung kann auch für das Mediterran von Hotin genügend gut angewendet werden. Der Unterschied besteht hier, gegenüber dem Mediterran der Gegend von Prelicea-Onut, in der verschiedenen Mächtigkeit der Horizonte. Der detritische Basalhorizont erreicht hier eine Mächtigkeit von 10 m gegen 4 m, der Lithothamnienkalk hingegen vermindert sich von 20 m auf 4 m.

2. Das Nistru-Tal abwärts von Darabani.

VASCĂUȚANU (l. c. pag. 241) gibt bei Percauți folgendes Profil des Mediterran:

An der Basis 2 m Konglomerate mit *Ostrea*, *Pecten* und *Pectunculus*, welche auf der Kreide liegen.

Es folgen 8 m kalkige Sandsteine mit:

<i>Clypeaster</i> sp.	<i>Cardium</i> cf. <i>turomicum</i> MAYER
<i>Ostrea</i> sp.	<i>Trochus</i> <i>patulus</i> BROCC.
<i>Pecten</i> <i>pilosus</i> L.	<i>Polystomella</i> <i>indigena</i> EICHW.
<i>Venus</i> cf. <i>clathrata</i> DUJ.	<i>Rosalina</i> <i>laevigata</i> EICHW.
<i>Lucina</i> <i>borealis</i> L.	

Dann 2 m Lithothamnienkalke,
0,25 m grüne Tone,
0,5 m Gelbe Tone mit *Lithothamnien*,
11,4 m Graublau plastische Tone,
4 m Zerreibliche Kalke mit *Ervilia* (Sarmat).

Bei Nagoreni folgt, nach demselben Autor (l. c. pag. 243) über der Kreide ein 2 m mächtiges aus Kalk- und Kieselblöcken gebildetes Konglomerat mit einer reichen Fauna.

<i>Ostrea</i> <i>cochlear</i> POLLI	<i>Circe</i> <i>minima</i> MONT.
<i>Pectunculus</i> <i>pilosus</i> L.	<i>Gastrochaena</i> cf. <i>intermedia</i> HOERN.
„ cf. <i>dispar</i> IAM.	<i>Cerithium</i> <i>deforme</i> EICHW.
„ cf. <i>glycimeris</i> L.	<i>Cerithium</i> <i>minutum</i> SERR.
<i>Venus</i> <i>clathrata</i> DUJ.	<i>Rissoa</i> <i>Lachesis</i> BAST.
<i>Lucina</i> <i>borealis</i> L.	<i>Rissoa</i> <i>curta</i> DUJ.
<i>Lucina</i> <i>collumbella</i> IAM.	<i>Turitella</i> <i>Archimedis</i> BROGN.
<i>Cardita</i> <i>Partsch</i> GOLDF.	<i>Turitella</i> <i>bicarinata</i> EICHW.
<i>Pecten</i> <i>gloria-maris</i> DUB.	<i>Mytra</i> <i>striata</i> EICHW.
<i>Arca</i> <i>barbata</i> L.	„ <i>fusiformis</i> BROCC.



<i>Trochus cf. sannio</i> EICHW.	<i>Murex sp.</i>
„ <i>cf. patulus</i> BROCC.	<i>Dentalium Bouei</i> DESH.
<i>Monodonta cf. mamilla</i> ANDRZ.	<i>Vermetus cf. intortus</i> LAM.
<i>Monodonta Araonis</i> BAST.	<i>Cellopora sp.</i>
<i>Hydrobia sp.</i>	<i>Serpula sp.</i>
<i>Natica helicina</i> BROCC.	<i>Astraea cf. crenulata</i> GOLDF.
<i>Conus Dujardini</i> DESH.	

Dann 4 m kompakte Muschelkalke, voll mit *Foraminiferen* und seltenen Knollen von *Nulliporen*, in welchen sich folgende Formen finden :

<i>Chama austriaca</i> HOERN.	<i>Trochus sp.</i>
<i>Telina sp.</i>	<i>Vermetus sp.</i>
<i>Cardium sp.</i>	<i>Echiniden</i>
<i>Ostrea sp.</i>	<i>Lithothamnium</i>
<i>Pecten sp.</i>	

Schliesslich kompakte graue Mergel mit :

<i>Pecten gloria-maris</i> DUB.	<i>Pustularia cf. laevis</i> EICHW.
<i>Ostrea sp.</i>	<i>Vincularia sp.</i>
<i>Retepora sp.</i>	<i>Cidaris sp.</i>
<i>Hornera sp.</i>	

Darüber folgt ein 2 m mächtiger sandiger Kalk mit *Ervilia* und *Modiola*, welcher dem Sarmat angehört.

Bei Ne por ot o v e n i befindet sich nach VĂȘCĂUȚANU ¹⁾ die Basis des Torton in 110 m Höhe. Der untere Teil des Torton ist repräsentiert durch 3—4 m mächtige Sande, über welchen ein Kalk und dann wieder eine 2 m mächtige Sandschicht folgt, welche ihrerseits die sarmatischen Kalke trägt.

Bei N a s l a v c e a wird das Torton, dessen Basis in etwa 95 m Höhe liegt, im unteren Teil von Sanden mit Konkretionen, in seinem oberen Teil von 3 m mächtigen, gelben, geschieferten Tonen gebildet. Aus den Sanden bestimmte VĂȘCĂUȚANU ²⁾ folgende Formen :

<i>Pecten cf. Malvinae</i> DUB.	<i>Pectunculus sp.</i>
<i>Telina planata</i> LAM.	<i>Arca sp.</i>
<i>Cardium cf. turonicum</i> MAYER	<i>Lucina sp.</i>
„ <i>praeechinatum</i> HILB.	<i>Trochus patulus</i> BROCC

¹⁾ TH. VĂȘCĂUȚANU. Asupra fosforiților paleozoici din Nordul Basarabiei, Analele Minelor, anul X, București, 1927.

²⁾ TH. VĂȘCĂUȚANU. Asupra formațiunilor mediterane din Nordul Basarabiei. Acad. Rom., Mem. sect. științ., Seria III, T. III, pag. 244, București, 1925.



Diese 4 Profile, die wir nach VĂSCĂUȚANU wiedergegeben haben, zeigen, dass, nachdem die Gips-Schichten verschwinden, im Mediterran noch drei Horizonte unterschieden werden können: ein unterer, detritischer Horizont, ein mittlerer kalkiger und schliesslich ein oberer mergeliger (Percăuți-Nagoreni). Der kalkige Horizont entspricht mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Lithothamnienkalk der Bukowina, und liegt infolgedessen stratigraphisch unter den Gips-Schichten. Er hält bei Neporotoveni noch an. Der obere, tonig-mergelige Horizont findet sich bei Percăuți, Nagoreni und Naslavcea. Bei Neporotoveni wird er durch Sande und Schotter ersetzt. Der untere Horizont endlich lässt sich ununterbrochen von Percăuți bis nach Naslavcea verfolgen.

Von NW gegen SE, also Nistru-abwärts, verlieren die mediterranen Sedimente kontinuierlich an Mächtigkeit, die bei Naslavcea auf 7—8 m zusammenschmilzt, während sie bei Hotin 50 m beträgt. Diese Verminderung der Mächtigkeit betrifft meistens den oberen Mergelhorizont, welcher bei Hotin 25 m, bei Percăuți 15 m, bei Naslavcea hingegen nur 3 m mächtig ist. Zugleich senkt sich das Mediterran in derselben Richtung, sodass seine Basis, die bei Hotin in etwa 135 m Höhe liegt, bei Naslavcea in 95 m Höhe zu liegen kommt.

Östlich von Nagoreni schneidet der Nistru in einer Breite von etwa 10 km die „Toltri“, „Miodabari“ oder „Stânci“ genannten Kalkformationen. Es ist wahrscheinlich, dass hier die Riffkalkbildung schon vom Torton her erfolgte, denn bei Briceni fand VĂSCĂUȚANU (L., c. pag. 253) in Blöcken, die aus diesen Kalken stammen, folgende Formen:

<i>Paracyathus</i> sp.	<i>Chama squamosa</i> EICHW.
<i>Eschara lapidosa</i> PALL.	<i>Rissoa</i> sp.
<i>Modiola volhinica</i> BAST.	<i>Rissoa inflata</i> ANDRZ.
<i>Ostrea digitalina</i> EICHW.	<i>Emarginula</i> sp.
<i>Pecten</i> sp.	<i>Nerita picta</i> EICHW.
<i>Cardium cf. turonicum</i> MAYER	<i>Ancylus marginatus</i> EICHW.
<i>Arca barbata</i> L.	

Abgesehen von diesen rezifalen Kalkbildungen repräsentiert das Mediterran ohne Gips, wie es am Nistru, talabwärts von Hotin erscheint, einen zweiten Typus fazieller Entwicklung.

Ein dritter Typus wäre die Riffkalkfazies.

3. Das Tal des Prut, von Mitoc bis nach Lipcani.

Bei Mitoc finden sich nach I. SIMIONESCU¹⁾ an der Mündung des

¹⁾ I. SIMIONESCU: Țărutul Prutului din Nordul Moldovei. Acad. Rom., Publ. fond. V. Adamache, No. VII, pag. 13. București, 1902.



Istrati-Baches Konglomerate, welche zum grössten Teil aus Silexblöcken zusammengesetzt sind. Sie bilden die Basis des Mediterrans und liegen in etwa 87 m Höhe. Über den Konglomeraten folgen Lithothamnienkalk und dann Mergel. Im Pârâul Griov erscheinen schon in 120 m Höhe sarmatische Schichten, sodass also die Mächtigkeit des Torton 30 m nicht überschreitet. Bei Girenii lui Curt enthält der Kalk *Pecten substriatus* und *Pecten elegans*.

Bei Crasna-leuca folgen, ebenfalls nach SIMIONESCU (l. c.), beim Wächterhaus Nr. 51 bis, über den Kreidemergeln in etwa 92 m Höhe die Basalkonglomerate des Torton in guter Entwicklung, über welchen Lithothamnienkalk liegt. Über diesen Kalken folgen Tone und Mergel mit *Foraminiferen* und *Pecten Lilli*, dann kompakte Sandsteine, welche wahrscheinlich die Basis des Sarmat repräsentieren.

Bei Cotul Zamaea liegt die Basis des Mediterran, nach demselben Autor (l. c. pag. 12), in etwa 97 m Höhe und wird ebenfalls durch dieselben Konglomerate (mit Silexknollen) gebildet, über welchen der Lithothamniumkalk folgt. Aus den Basalschichten dieses Kalkes konnte SIMIONESCU bestimmen :

Clipeaster sp.

Ostrea digitalina EICHW.

Über den Kalken liegen bläuliche Mergel wechsellagernd mit mergeligen Kalken mit *Lithothamnium*. In diesem Horizont finden sich, ebenfalls nach SIMIONESCU :

Pecten Neumayeri HILB.

Megerlea truncata GMEL.

„ *elegans* ANDRZ.

Agriope squamata EICHW.

„ *indet.*

Bryozoen.

Dann folgen blättrige Mergel mit :

Pecten Lilli PUSCH

Pecten cf. posthumus HILB.

Foraminiferen.

Hierauf folgen kompakte Mergel mit *Echinidenresten* und mergelige oolithische Kalke etc. welche bereits dem Sarmat angehören.

Die mediterranen Sedimente sind noch an der Mündung des Miorcani-Baches gut aufgeschlossen.

Bei Lipcani liegen, nach VĂSCĂUȚANU¹⁾ die tortonischen Sedimente auf Kreide; ihre Basis liegt etwa 110 m hoch. Das Basalkonglomerat hat hier eine Mächtigkeit von 15 m und enthält *Ostrea* *φ.* und *Echiniden*.

¹⁾ TH. VĂSCĂUȚANU: Asupra formațiilor mediterane din nordul Basarabiei, Acad. Rom. Mem. secț. Științ. Seria III. T. III. pag. 240, București, 1925.



Dann folgen etwa 10 m kompakte Kalke mit *Lithothamnium*, *Clypeaster*, *Foraminiferen*, *Ostrea sp.* und *Pecten elegans* ANDRZ.

Über den Kalken liegen gelbe Tone mit :

<i>Pecten elegans</i> ANDRZ.	<i>Ostrea sp.</i>
„ <i>cf. Lenzi</i> HILB.	<i>Agriope squamata</i> EICHW.
„ <i>cf. Neumayri</i> HILB.	<i>Megerlea truncata</i> GMEL.
„ <i>cf. Lilli</i> PUSCH	<i>Polystomella indigena</i> EICHW.
<i>Spiroplecta agglutinans</i> d'ORB.	

In Valea Medveia lassen sich die Lithothamnienkalke bis wenigstens nach Câșla Zamjjeva verfolgen. Im Valea Zelina kommen sie noch bei dem Weg, der von Hotin kommend das Tal schneidet, vor. Gegen Gajki folgen über den Kalken, welche hier in einer Höhe von etwa 160 m liegen, Tone, sodann Sande, welche wahrscheinlich dem Sarmat angehören. Das Plateau mit der Kote 260, auf welchem der Weg, bevor er nach Lipcani hinuntersteigt, führt, ist mit Schottern, welche karpathische Menilitschiefer enthalten, bedeckt.

Aus den Profilen SIMIONESCU'S und VĂSCĂUȚANU'S geht hervor, dass sich in diesem Abschnitt im Torton drei Horizonte unterscheiden lassen ebenso wie im Nistru-Tal :

1. An der Basis ein Horizont mit Konglomeraten von etwa 10—15 m Mächtigkeit.
2. Ein mittlerer kalkiger Horizont, dessen Mächtigkeit bis 10 m beträgt.
3. Ein oberer Horizont, tonig, mit *Pecten Lilli*, über welchem das Sarmat folgt.

Die grosse Mächtigkeit des Horizont 1 finden wir wieder bei Percăuți, mit dem Unterschied jedoch, dass dort an Stelle der Konglomerate meist Sandsteine vorherrschen.

Die grosse Mächtigkeit des zweiten Horizontes unterscheidet die Ablagerungen am Prut von denen von Percăuți und talaufwärts von Hotin.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Fazies des Torton im Prut-Tale (zwischen Mitoc und Darabani) vermittelnd zwischen der Fazies mit Gips des Nistru-Tales steht.

Südöstlich von Lipcani, also Prut-abwärts, senkt sich das Torton kontinuierlich und zwar von einer Höhe der Basis in 110 m bei Lipcani bis zu 87 m bei Mitoc. Es scheint, dass mit dieser Senkung auch eine Verminderung des zweiten kalkigen Horizontes Hand in Hand geht.



4. Das Prut-Tal bei Ivăncăuți und Mămăliga.

An dem rechten Ufer des Prut und zwischen Ivăncăuți und Sîmleu Com. sind schon seit längerer Zeit Gips-Schichten bekannt. SIMIONESCU (l. c. pag. 9) gibt folgendes Profil vom Hügel Grumășu:

An der Basis, in 115 m Höhe, Gips-Schichten.

Über dem Gips 50 cm grauer Kalk, darüber

Sande (ebenfalls etwa 50 cm.),

Kalke mit *Foraminiferen* (2—3 m ?),

Blaue Mergel mit *Lithothamnium* (2 m ?).

Graue zerreibliche Mergel mit *Pecten cf. Neumayri* Hill. und *Isocardia* sp.

Bei Cuslău finden wir über den Gips-Schichten wieder den grauen Kalk in einer Mächtigkeit von 50 cm, über welchem ein Lithothamnienkalk, der auch *Ostrea digitalina* EICHW. führt, folgt. Diese Ostreenbank erinnert an die Ostreenbank, die bei Cotul Zamca an der Basis der Lithothamnienkalke erwähnt wurde. Wenn sich diese beiden Schichten tatsächlich entsprechen, so müssen wir annehmen, dass die Gips-Schichten von Ivăncăuți bei Cotul Zamca durch Konglomerate ersetzt werden. Die Mergel mit *Lithothamnien* enthalten auch *Pecten gloria-maris*.

Aus den von SIMIONESCU mitgeteilten Daten kann gefolgert werden, dass die oberen Mergel mit *Pecten* und *Isocardia* eine Mächtigkeit von 6—7 m haben und dass über ihnen eine Bank kompakter Sandsteine folgt, welche als untere Grenze des Sarmat gelten kann, da über ihr Tone folgen, welche bei Bajura und Teiosa eine bestimmt volhyniane Fauna führen¹⁾. Die Mächtigkeit dieser Tone beträgt etwa 25—30 m. Über ihnen folgen Sandsteine, die bei Ivăncăuți und Cuslău ebenfalls fossilführend sind.

Am linken Ufer des Prut werden die Gipse bei Mămăliga ausgebeutet. Bei dem Zusammenfluss südlich von Stălinești sind die Gipse im Tal selbst gut aufgeschlossen. Über ihnen folgen in etwa 50 m Mächtigkeit ausschliesslich Mergel, welche zum Teil dem Torton, zum Teil jedoch schon dem Sarmat zugehören. Sarmatische Sandsteine werden bei Bilăuți gebrochen.

Gegen Westen senkt sich das Mediterranstufenweise und ziemlich rasch. Bei der Mündung des Baura-Baches erscheinen in 120 m Höhe bloss noch die Mergel von der Basis des Sarmats, also dieselbe Schichtfolge, die bei Grumășu in wenigstens 135 m Höhe lag. Diese Absenkung um 15 m vollzieht sich auf einer Strecke von 9 km, sodass das Gefälle pro km fast 2 m beträgt.

¹⁾ I. SIMIONESCU. Asupra câtorva fosile terțiare din Nordul Moldovei, An. Acad. Rom., Publ. Fond. V. Adamachi, VI, București, 1901.



Das gipsführende Torton von Ivăncăuți nähert sich faziell am meisten jenem von Hotin. Wir müssen indessen bemerken, dass die hier angegebenen Mächtigkeiten geschätzt und nicht gemessen wurden, sodass ein genauerer Vergleich mit dem Profil von Hotin derzeit nicht möglich ist.

5. Das Tal des Prut von Mamornița bis Cernăuți und weiter talaufwärts.

Bei Mamornița finden sich an der Westlehnedes Hügels Budac konglomeratische Sande mit Konkretionen und Schalenresten. An der Basis sind Mergel aufgeschlossen, welche eine ergiebige Grundwasserschicht führen. Diese Ablagerungen sind wahrscheinlich sarmatischen Alters.

SIMIONESCU¹⁾ erwähnt vom Dealu-Mare Löss mit Sanden und Schottern an der Basis, welche den eben beschriebenen Ablagerungen ähnlich sind und die nach FLOROVAUCH bei Răpușneț vorkommen. Wir haben es hier wahrscheinlich mit einer Terrasse des Prut zu tun, welche etwa 100 m über dem heutigen Talboden liegt.

Bei Ostrița erwähnt PRELIPCEANU²⁾ am Ufer des Prut *Pecten*, *Nuculiden*, *Teliniden*. Dieses ist der südlichste Punkt im Tale des Prut in der Bukowina, an dem wir die Anwesenheit des Torton feststellen können. Der Bergrücken, welcher zwischen Prut und Dereu liegt, muss wenigstens in seinen oberen Teilen von Sarmat gebildet werden, denn bei Ocopi (Dereu) haben wir in Rutschungen an dem rechten Flussufer Platten von Oolithkalken mit *Modiola* und *Mastra* gefunden.

Auf der linken Seite des Prut erscheint, zwischen Boian und Cotul Ostriței, eine sehr gut ausgebildete Terrasse in einer Höhe von etwa 80 m über dem heutigen Talniveau. Die Ablagerungen, die sie bilden, sind folgende: Etwa 10 m mächtiger Lehm, darunter Schotter, die eine reiche Grundwasserschicht führen.

Bei Cernăuți sind tonige Sedimente des Torton oberhalb der Stadt an beiden Ufern des Pruth bekannt. PRELIPCEANU (L. c.) erwähnt das Vorkommen von *Pecten* am Weinberg. S. ATHANASIU erwähnt in seinen Aufzeichnungen von demselben Fundort auch *Ostrea*, Kohlen Spuren etc., in sandigen grauen Tönen mit Sandsteinzwischenlagerungen. Der obere Teil des Berges wird nach ihm von Sandsteinen mit *Ervilia*, *Donax*, *Hydrobia*, *Cardium* gebildet, welche wahrscheinlich sarmatischen Alters sind.

Torton wird noch im Garten der Metropole erwähnt (mit *Pecten sp.*)³⁾

¹⁾ I. SIMIONESCU. Constituția geologică a țărmului Prutului din Nordul Moldovei. An. Acad. Rom. Publ. Fond. Adamachi, VII, pag. 7, București, 1901.

²⁾ I. PRELIPCEANU. Das geologische Bild von Czernowitz und Umgebung, Czernowitz, 1912.

³⁾ K. M. PAUL. Geologie der Bukowina, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 26, pag. 325, Wien, 1876.



Aus der Ziegelei Bretschneider erwähnt NIEDZWIEDZKI¹⁾ *Ostrea digitalina* EICHW.

Der Ostreenfundort unter dem Berge Cecina war übrigens auch PETRINO²⁾ bekannt. Unter der Bukovata fanden wir in sandigen Tonen, die in einer Ziegelei ausgebeutet werden, Abdrücke von *Pecten*, welche an *Pecten demidatus* REUSS. erinnern, und auf dem Berghang *Cerithium Schaueri* var. *Eichwaldi* HILB., welches jedenfalls aus einer höheren Schichte als der erwähnte *Pecten* stammt.

Bei Bila finden sich dieselben Tone mit *Pecten* wieder.

Schliesslich fanden wir westlich der Kote 333 (Sopy Gora) Sande mit *Ostrea digitalina* EICHW. Von der Kote 333 bringen Rutschungen oolithische Kalke herunter, die dem Sarmat angehören. Die Basis des Sarmat muss hier also ungefähr in 300 m Höhe liegen.

Die sarmatischen Vorkommen am rechten Prutufer, auf dem Cecina-Berge, sind schon seit lange bekannt. FÖTTERLE (l. c.) beobachtete, dass über den sandigen Tonen schwach gegen SE geneigte Sande und Sandsteine folgen, welche folgende Fauna lieferten:

<i>Tapes gregaria</i> PARTSCH	<i>Cardium obsoletum</i> EICHW.
<i>Maetra podolica</i> EICHW.	<i>Cerithium pictum</i> BAST.
<i>Trochus podolicus</i> DUB.	

NIEDZWIEDZKI (l. c.) schreibt, dass dieser Berg von 440 m aufwärts von sarmatischen weissen Sandsteinen und oolithischen Kalken gebildet wird. Es ist höchstwahrscheinlich, dass die Basis des Sarmat viel tiefer, als bisher angenommen wurde, liegt (bei 300 m oder noch tiefer).

Bei Sadagura kannte FÖTTERLE (l. c.) bereits 1870 — von PETRINO — die Ostreenfundstellen. PAUL³⁾ erwähnt hier *Ostrea digitalina* DUB. PRELIPCEANU (l. c.) erwähnt bei Rahel *Cancelariden*, *Coniden*, *Bucciniden* und bei Şerăuţi *Ostrea* sp.

Bei Ţuţca veche (Alteczuczka) fanden wir östlich der Kote 247 Sande mit verkohlten Pflanzenresten und mit *Pecten* sp., *Ostrea* sp. Unmittelbar über diesen Sanden folgen, in etwa 250 m Höhe, oolithische Kalke sarmatischen Alters mit *Ervilia* sp. und *Modiola* sp.

Bei Ţârnauca (Czernowca) beschreibt NIEDZWIEDZKI (l. c.) dieselben Sande aus dem Tälchen Berezwoca (südlich von Ţârnauca), wo sie

¹⁾ J. NIEDZWIEDZKI. Zur Kenntnis der jüngeren Tertiärbildungen in der nördlichen Bukowina, Bul. Ac. Sc. Cracovie, 1910, pag. 609, Cracovie, 1911.

²⁾ Fr. FÖTTERLE. Die Verbreitung der sarmatischen Stufe in d. Bukowina, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1870, pag. 314.

³⁾ K. PAUL. Geologie der Bukowina. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 26, pag. 325, Wien, 1876.



eine reiche tortone Fauna mit buglovianem Einschlag führen. Über ihnen folgt in etwa 300 m Höhe das Sarmat. Die Gesamtmächtigkeit der Sande dürfte 50—60 m betragen, denn in der Talsohle des M o s z k o v-Baches erscheinen in 230 m Höhe schon die sandigen Mergel. Die von NIEDZWIEDZKI erwähnten Formen sind in der weiter unten folgenden Faunenliste angegeben.

Bei V ä s l ä u ŝ i finden sich in Norden des Ortes, unter der Kote 357 die Sande wieder. Sie sind hier fossilführend und wir konnten aus ihnen folgende Fauna sammeln:

<i>Turitella turris</i> BAST.	<i>Ostrea digitalina</i> EICHW.
<i>Turitella bicarinata</i> EICHW.	<i>Pecten</i> sp.
<i>Cerithium nodosoplicatum</i> HOERN.	<i>Pecten</i> sp.
„ <i>Schaueri</i> var. <i>Eichwaldi</i> HILB.	
<i>Nerita grateloupana</i> FÉR.	<i>Pectunculus</i> sp.
<i>Corbula gibba</i> OLIVI.	<i>Ervilia</i> sp.

Über den Sanden folgen konglomeratische Sandsteine, in welchen sich häufig Blöcke karpathischer oligozäner Menilitschiefer finden, darüber sarmatische oolithische Kalke, welche an der Lehne des B e r d o-Hügels gebrochen werden. Dieses ist der vorgeschobenste Punkt, an dem, zwischen dem Nistru und dem Prut, Sarmat gefunden wurde.

Bei H o r o s ä u ŝ i erscheinen auf dem Bergrücken C z e r w e n y j H o r b, bei der Kote 448, wo der Weg über den Berg setzt, Sandsteine mit karpathischem Schotter mit *Ostrea* sp., welche unmittelbar von den sarmatischen Oolithkalken mit *Modiola* sp. bedeckt werden, in welchen auch noch Blöcke von Menilitschiefern vorkommen. Diese Oolithkalkbank haben wir als unterste Grenze des Sarmat angesehen. Die Basis des Sarmat liegt demnach hier in 450 m Höhe. Die Neigung des Sarmat beträgt bis nach S a d a g u r a 200 m auf 14 km Distanz. Da uns entsprechende Detailbeobachtungen fehlen, können wir nicht sagen, ob diese Absenkung eine kontinuierliche ist, oder ob sie treppenförmig vor sich geht.

Zum Prut zurückkehrend und die Ablagerungen an seinem rechten Ufer verfolgend finden wir bei R e v i n a Sande mit *Ostrea* sp. Diese Sande liegen bestimmt tiefer als jene von Ţârnauca.

Bei H l i n i ŝ a finden wir gerade bei der Flussmündung am rechten Ufer an der Basis gelbe wasserführende Sande, über welchen mit etwa 100 m Mächtigkeit sandige Tone mit wenigen, zerdrückten Lamellibranchiatenresten folgen. Nahe dem Gipfel sind Sande mit *Ostrea* sp. abgeschlossen. Die S p a s k a-Höhe (455) wird von sarmatischen Kalken, ähnlich denen am C e c i n a, gebildet. PAUL (L. c.) erwähnt in ihnen *Cardium obsoletum* und *Ervilia podolica*. Der Bergrücken R o m â n e a,



bei Căbești (466—453) wird von harten Sanden gebildet, welche wahrscheinlich in das oberste Torton zu stellen sind.

Talaufwärts von Hlinița fanden wir bei Zeleanu *Ostrea* sp. Hier wird das Miozän von einer ausgedehnten Terrasse (+100 m) bedeckt, welche aus Lehm besteht, an deren Basis Schotter mit Resten von Säugetieren zum Vorschein kommen.

6. Das Ceremuș-Tal.

Bei Carapaciu sind im Bache Hlibicioe (Hlibiczok) oberhalb der Gemeinde, östlich der Kote 381 sandige Tone mit Zwischenlagerungen von Sandbänken aufgeschlossen, in denen kleine *Cerithium*-Arten, *Ostrea* sp., *Lucina* sp.? *Fusus* gefunden worden sind. Die Schichten zeigen ein schwaches Einfallen von 3—4° nach Westen.

Weiter aufwärts im Bach finden wir oberhalb der Kote 336 alte Schurfstellen auf Kohle. Auf den Halden der alten Stollen sieht man viele Reste von Fossilien (*Pectunculus* sp., *Ostrea* sp.). Die Formen sind gross und gut erhalten und liefern den unzweifelhaften Beweis, dass diese Kohlenflöze dem Torton eingelagert sind, ebenso wie die in früherer Zeit ausgebeuteten Kohlen bei Noua-Sulița, am linken Ufer des Ceremuș, wo STUR¹⁾ aus den über den Kohlen liegenden Mergeln folgende Formen bestimmt hat:

<i>Buccinum miocenicum</i> MICHX.	<i>Cardium</i> sp.
<i>Cerithium pictum</i> BAST.	<i>Modiola Hörnesi</i> REUSS
<i>Cerithium lignitarum</i> EICHW.	<i>Mytilus (Congeria)</i> sp.
<i>Nerita grateloupana</i> FÉR.	<i>Ostrea digitalina</i> EICHW.
<i>Tellina cf. ventricosa</i> SERRE	<i>Rotalia Beccari</i> d'ORB.

Dieselben Kohlen wurden von NIEDZWIEDZKI (L. c.) bei Cernohuzi gefunden, von wo sie sich wahrscheinlich ununterbrochen über Ispas und Vilavcea bis nach Carapaciu fortsetzen.

Die Bäche Brușnița (Stănești), Hlibicioe (Carapaciu) und Berțnica (Vilavcea) führen karpathischen Schotter; dieser Schotter stammt vom Maidan-Rücken, welcher den Nordrand einer Terrasse des Siret bildet. Die Wasserscheide zwischen Ceremuș und Siret wurde also unzweifelhaft nach Süden verlegt und die Entwicklung des hydrographischen Netzes zeigt heute deutlich die Tendenz der Anzapfung des

¹⁾ D. STUR. Einige interessante Petrefacte aus dem Neogen von Novoselica in Galizien, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1874, pag. 402, Wien, 1874.



Oberlaufes des Siret durch den Prut. ¹⁾ Der Punkt, an dem die Anzapfung stattfinden wird, liegt zwischen Sadova Noua und dem Quellgebiet des Bruşniţa-Baches.

7. Das Tal des Siret.

Bei Storojineţ finden wir im Norden der Stadt, auf den Bergen Criva (486) und Liscovice (500) die Fortsetzung der Sande vom Româna-Berg. Die Schichten scheinen im Allgemeinen ein schwaches Einfallen nach WSW zu haben, sodass sie bei Broscăuţi ungefähr in die Axe einer grossen antiklinalen Aufwölbung zu liegen kommen, denn am Cerişanca-Berge (480) scheinen dieselben Sande nach Osten zu fallen. Über diesen Sanden finden sich Oolithkalke mit *Modiola sp.* und *Cardium sp.*, welche bei der Kote 426, südlich des Weges Storojineţ-Mihalcea gebrochen werden. Sie gehören wahrscheinlich zur Basis des Sarmat und sind mit den weiter nördlich, bei Spasca erwähnten Kalken identisch.

Bei Siret ist der Ruina-Berg in seinem oberen Teil von sarmatischen Ablagerungen gebildet. STUR ²⁾ erwähnt von hier:

<i>Murex sublavatus</i> BAST.	<i>Bulla sp.</i>
<i>Cerithium mitrale</i> EICHW.	<i>Vermetus sp.</i>
<i>Rissoa inflata</i> ANDRZ.	<i>Ervilia podolica</i> EICHW.
<i>Rissoa angulata</i> EICHW.	

Bei Verpolea fanden wir in den etwa 310 m hoch gelegenen Steinbrüchen in Sandsteinen: *Buccinum sp.*, *Cerithium sp.*, *Turitella sp.*, *Pleurotoma sp.*, *Ervilia sp.* Diese Ablagerungen sind tortonen Alters und entsprechen den fossilführenden Sanden von Țârnauca. Über ihnen liegt fossilführendes Sarmat, welches wir am Ruina-Berg kennen. Detailbeobachtungen über die Grenze zwischen Torton und Sarmat können wir leider noch nicht geben, da wir das Profil nicht zur Gänze studieren konnten.

Verpolea ist der südlichste Punkt, wo im Siret-Tal tortone Ablagerungen gefunden wurden.

Das Torton des Pruttales, von Cernăuţi aufwärts, des Ceremuş-Tales und des Siret-Tales bis nach Mihăileni unterscheidet sich vollständig von

¹⁾ Siehe in dieser Beziehung: I. PRELIPCEANU. Kritik einer Arbeit über Flussanzapfungen in der Bukowina und Pokutien, Bul. Fac. Ştiinţe, Cernăuţi, Vol. II, 1928 und C. BRĂTESCU. Einige quartäre und imminente Flussablagerungen in der Bukowina und Pokutien, Bul. Fac. Ştiinţe, Cernăuţi, Vol. II, 1928.

²⁾ D. STUR. Cerithienschichten bei Sereth in der Bukowina, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1860, pag. 79, Wien, 1860.



demjenigen, das wir aus dem Nistru-Tale und dem Prut (Ivâncăuți-Mitoc) kennen.

Das erstere erscheint überall (Țârnauca, Carapeiu, Storojineț, Siret) zum grössten Teil aus blauen sandigen Tonen zusammengesetzt, mit Zwischenlagerungen von Sandbänken und Kohlen. Die sichtbare Mächtigkeit des Komplexes beträgt über 200 m und es ist wahrscheinlich, dass sie im Tale des Ceremuș und dem des Siret noch viel grösser ist.

Über den sandigen Tonen folgen etwa 50 m mächtige konglomeratische Sande mit seltenen tonigen Zwischenlagen, welche meistens fossilführend sind. Die Faunen zeigen Verwandtschaft mit Buglovian-Formen.

Das Sarmat beginnt mit den oolithischen Kalken.

Dieser Typus des Torton kann der „praekarpathische Typ“ genannt werden.

B) ALLGEMEINE CHARAKTERE DES TORTON

Indem wir die oben angeführten Lokalbeobachtungen synthetisch

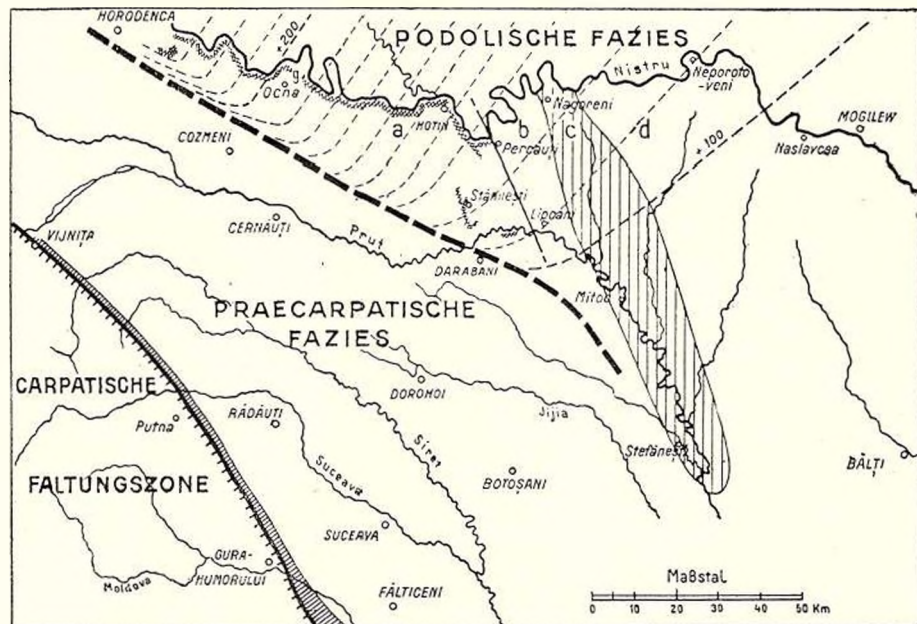


Fig. 1. — Faziesverbreitung und Tektonik der miozänen Ablagerungen in der Bukowina und in Nordbessarabien. Podolische Fazies : a. Gipsfazies, g. Gips, b. Praezifale Fazies, c. Rif-Fazies, d. Jitoralfazies. Schräg schraffiert : Gefaltete Miozänablagerungen. +100, +200 Isohipsen der Grenzfläche zwischen Miozän und älteren Ablagerungen.

zusammenfassen, gelangen wir zu zwei verschiedenen faziellen Typen der tortonen Ablagerungen zwischen Siret und Nistru :

Die podolische Fazies, charakterisiert durch litorale Ablagerungen: Konglomerate, Sandsteine und Sande, Lithothamnienkalke, Riffkalke und Gipse. Aus dem Vorkommen von Kalkalgen ergibt sich, dass das Meer nicht tiefer als 100 m war; in der Zeit der grössten Entwicklung der Lithothamnienkalke war es noch seichter (40—50 m). Diese Fazies erstreckt sich über grosse Flächen in Podolien und Volhynien. In der Bukowina und in Nordbessarabien (Fig. 1) reicht sie bis an die Linie *Horodena-Darabani*. Die Mächtigkeit des Torton der podolischen Fazies schwankt in der Bukowina und im nördlichen Bessarabien zwischen 5 und 30 m.

Die praekarpathische Fazies, charakterisiert durch tonig-mergelige Ablagerungen, mit mehr oder weniger sandigem Charakter, ohne Kalk und Gips Gehalt, aber hie und da kohleführend. Diese Fazies erstreckt sich in der Bukowina gegen SW fast bis an den Flyschrand, wo sie mit gefalteten Miozänablagerungen in Kontakt kommt, welche ebenfalls von Tonen und sandigen Mergeln gebildet werden, zwischen welche sich jedoch auch Konglomerate und lagunäre Sedimente (Gips und Salz) einschalten.

Ihre sichtbare Mächtigkeit beträgt über 200 m.

1. Die podolische Fazies.

Im Torton der podolischen Fazies können wir verschiedene sekundäre Faziesunterschiede feststellen, welche sich zu 4 Typen zusammenfassen lassen.

a) Die podolische Gipsfazies. Sie erscheint am rechten Ufer des Nistru von der bukowinischen Grenze bis unterhalb von *Hotin* (bei *Percăuți* werden kleine Gips-Schichten erwähnt), und am Ufer des Prut von *Lipcani* aufwärts bis nach *Mămăliga*.

Aus den Beobachtungen in der Moldau ergibt sich, dass die podolische Gipsfazies gegen Osten nicht über die Zone der „*Toltri*“ hinausgreift. Gestützt auf diese Beobachtung können wir annehmen, dass die Riffbildungen der „*Toltri*“ bei der Bildung der Lagunen, in welchen sich die Gipse ablagerten, irgend eine Rolle gespielt haben.

Die Gips-Schichten erscheinen als mächtige Einlagerung im Torton und scheiden die unter ihnen liegenden Konglomerate, Sandsteine und Lithothamnienkalke von den über ihnen liegenden Mergeln mit *Pecten Lilli*. Diese Einschaltung von Gips-Schichten in marinen Ablagerungen ergibt ein wichtiges Argument zur Unterteilung des Torton in zwei Horizonte, einen untern und einen oberen.

b) Die praerezifale podolische Fazies. Zwischen die Gipsfazies und die Zone der Riffkalke schiebt sich eine enge Zone von Ablagerungen, deren Profil sich von jenem der Gipsfazies durch das Fehlen



des Gipses und durch eine grössere Entwicklung der detritischen Ablagerungen (Konglomerate und Sande an der Basis) unterscheidet. Die Mächtigkeit des Torton geht zugleich sehr zurück und beträgt nur etwa 20 m.

Im Tal des Nistru erscheint diese Fazies zwischen *Percăuți* und *Nagoreni*, im Pruttale in der Umgebung von *Lipcani*.

Obwohl die Gipse fehlen, lassen sich auch hier die beiden oben erwähnten Horizonte des Torton unterscheiden. Der untere wird von Konglomeraten, Sanden und Lithothamnienkalken gebildet, der obere von Mergeln.

c) Die podolische Riff-Fazies. Sie wird charakterisiert durch eine grosse Entwicklung der Riffkalke und vertritt vollständig den oberen mergeligen Horizont des Torton.

d) Die podolische Litoralfazies ist der Typus der tortonischen Ablagerungen im Nistru-Tal talabwärts von der Riffkalkfazies bis in die Nähe von *Mohilew*, wo diese Ablagerungen verschwinden. Dieser Typus wird charakterisiert durch eine sehr geringe Mächtigkeit der Ablagerungen (unter 10 m) und durch das Fehlen von Mergeln. Das Torton wird nur von Konglomeraten, Sanden und Lithothamnienkalken gebildet. Ihrer petrographischen Zusammensetzung nach sind diese Ablagerungen mit dem unteren Horizont des Torton identisch, wie wir auch annehmen. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass sie zeitlich auch dem oberen mergeligen Horizont in litoraler Faziesausbildung entsprechen.

2. Die praekarpathische Fazies.

Die praekarpathische Fazies zeigt eine einförmigere Zusammensetzung. In ihrer ganzen von uns studierten Verbreitung wird sie von sandigen Tonen gebildet, mit Kohlenzwischenlagerungen und ist nur selten fossilführend. Im südlichen Teil der Bukowina sind diese Tone von — manchmal konglomeratischen — Sandsteinen bedeckt, die ihrerseits vom Sarmat überlagert werden.

Kohlen von tortonem Alter sind nur in der nördlichen Bukowina bekannt, von wo sie auch nach Polen hinüberziehen. Die von uns ausgeführten Übersichtsstudien erlauben uns noch nicht fest zu stellen, dass sie im Süden dieser Provinz nicht vorkommen. Es ist leicht möglich, dass die Kohlen, des allgemeinen Fallens gegen Süden wegen, unter dem heutigen Oberflächenniveau hinziehen und sich so der direkten Beobachtung entziehen.

Die Mächtigkeit der praekarpathischen Fazies des Torton nimmt gegen Westen sehr rasch zu: bei *Cernăuți*, höchstens 20 km vom Torton des podolischen Typus entfernt, beträgt ihre Mächtigkeit schon 200 m.

Eine nähere Einteilung in Horizonte ist bisher einerseits aus Mangel eines eingehenden Studiums der betreffenden Faunen und andererseits der petrographischen Einförmigkeit der Ablagerungen wegen, nicht



möglich gewesen. Wenn wir dasselbe Kriterium wie bei der podolischen Fazies anwenden, so könnte vielleicht ein unterer mariner Horizont von einem oberen marinen durch die sich einschaltende kohleführende Schichte unterschieden werden.

3. Vergleich zwischen podolischer und praekarpathischer Fazies.

Beim Vergleich dieser zwei Faziesausbildungen drängt sich vor allem die Frage auf, welche stratigraphischen Äquivalente die beiden Horizonte der podolischen Fazies in der praekarpathischen Fazies haben. Die erste Schwierigkeit, die wir in dieser Beziehung antreffen, ist die Tatsache, dass wir kein vollständiges Profil der praekarpathischen Fazies besitzen; der untere, basale Teil dieser Ablagerungen ist uns nämlich unbekannt. Auf Grund der petrographischen Ähnlichkeit könnte die praekarpathische Fazies zum grössten Teil mit dem oberen Horizont der podolischen Fazies parallelisiert werden. Diese Annahme wird durch zwei Tatsachen gestützt:

Der obere mergelige Horizont der podolischen Fazies nimmt gegen Westen sehr rasch an Mächtigkeit zu und geht direkt in die praekarpathische Fazies über; im Süden der Bukowina (Siret) folgt wahrscheinlich auf die sandigen Tone der praekarpathischen Fazies mit darauffolgenden Sandsteinen das Buglovian.

Wenn ein grosser Teil der praekarpathischen tortonen Ablagerungen ohne Zweifel dem oberen, mergeligen Horizont der podolischen Fazies entspricht, so kann dieses für die tieferen Ablagerungen nicht mit derselben Sicherheit behauptet werden. Vor allem ist es wahrscheinlich, dass die litoralen Ablagerungen (Konglomerate, Sandsteine und Sande) von der Basis des podolischen Torton gegen Westen in eine pelitische Fazies übergehen, welche petrographisch vom Rest der Ablagerungen nicht zu unterscheiden ist; weiterhin ist festgestellt, dass in der ostkarpathischen Geosynklinale eine Kontinuität der Ablagerungen wenigstens vom Obereozän bis zum Helvet herrscht und wir müssen uns fragen, ob die vortorton Sedimente, welche im Bereich der podolischen Fazies fehlen, sich nicht, wenigstens teilweise, in der praekarpathischen Zone abgelagert haben. Es besteht also die Möglichkeit, dass wir in den praekarpathischen Mergeln, unter dem Torton, auch helvetische, burdigalienne u. s. w. Ablagerungen haben.

Vorläufig betrachten wir nur die tortonen Ablagerungen über den Kohlen — übrigens die einzigen, aus denen Fossilien erwähnt werden — als ein Äquivalent des oberen, mergeligen Horizontes der podolischen Fazies. Diese Parallelisierung ist selbstverständlich nur provisorisch, und kann nicht mit besonders vielen Argumenten gestützt werden.



Wir geben hier ein Verzeichnis aller bisher aus dem von uns studierten Gebiet erwähnten Fossilien:

DIE IN DER BUKOWINA, BESSARABIEN UND DER NORD-MOLDAU
BEKANNTE MEDITERANE FAUNA

	Podolische Fazies		Prækarpathi- sche Fazies Oberer Horiz.
	Unterer Horizont	Oberer Horizont	
<i>Foraminiferae</i>	Prel. A Perc. V	Zm. Iv. S Lipc. V	
<i>Astraea cf. crenulata</i> GOLDF.	Nag. V		
<i>Paracyathus</i> sp.		Bric. V	
<i>Clypeaster</i> sp.	Zm. S Perc. Lipc. V		
<i>Gydaris</i> sp.		Nag. V	
<i>Scutella</i> sp.	Oena A		
<i>Serpula</i> sp.	Nag. V		
<i>Eschava lapidosa</i> PALL.		Bric. V	
<i>Retepora</i> sp.		Nag. V	
<i>Cellopora</i> sp.			
<i>Hornera</i> sp.		Nag. V	
<i>Vincularia</i> sp.		Nag. V	
<i>Pustularia cf. laevis</i> RICHW.		Nag. V	
<i>Megerlea truncata</i> GMEL.		Zm. S. Lipc. V	
<i>Agriope squamata</i> RICHW.		Zm. S. Lipc. V	
<i>Nucula nucleus</i> LINN.			Tr. N
<i>Arca diluvii</i> LAM.			Tr. N
<i>Arca barbata</i> LINN.	Nag. V.	Bric. V	
<i>Pectunculus pilosus</i> LINN.	Nag. Perc. V		Tr. V
„ <i>cf. dispar</i> LAM.	Nag. V		
„ <i>cf. glicimeris</i> LINN.	Nag. V		
<i>Cardia Partsi</i> GOLDF.	Nag. V		
<i>Isocardia</i> sp.		Zm. S	
<i>Isocardia cor</i> LINN.	Mitc. W	Mich. P	
<i>Chama squamosa</i> RICHW.		Bric. V	
„ <i>gryphoides</i> LINN.			Tr. N
„ <i>austriaca</i> HOERN.	Nag. V		
<i>Cardium praecchinatum</i> HILB.	Nasl. V		Tr. N
„ <i>multicostatum</i> BROUC.			Tr. N
„ <i>cf. turonicum</i> MAYER.	Nasl. Perc. V	Bric. V	
<i>Luciana ornata</i> AG.			Tr. N
„ <i>borealis</i> LINN.	Nag. Perc. V		
„ <i>columbella</i> LAM.	Nag. V		
<i>Circe minima</i> MONT.	Nag. V		
<i>Venus plicata</i> GMEL.			Tr. N
„ <i>clathrata</i> DUF.	Nag. Perc. V		
<i>Cytherea pedemontana</i> AG.			Tr. N
<i>Dostinia lincta</i> PULT.			Tr. N
<i>Donax dentiger</i> RICHW.			Tr. N
<i>Tellina planata</i> LAM.	Nasl. V		
„ <i>cf. ventricosa</i> SERR.			Sul. St
<i>Maetra fragilis</i> LASK.			Tr. N



	Podolische Fazies		Prækarpathische Fazies Oberer Horiz.
	Unterer Horizont	Oberer Horizont	
<i>Panopaea</i> sp.			
„ <i>Menardi</i> DESH.	Mitc. W		
<i>Corbula carinata</i> DUF.			Tr. N
„ <i>gibba</i> OLIVI		Mich. P	
<i>Pecten besseri</i> ANDRZ.			Tr. N
„ <i>substriatus</i> M. HOERN.	Gir. S		
„ <i>Neumayri</i> HILB.		Zm. Iv. Lipc. V	
„ <i>gloria maris</i> DUB.	Cus. S Nag. V	Nag. V Lipc. V	
„ <i>elegans</i> ANDRZ.	Cir. S	Zm. S Lipc. V	
„ <i>Lilli</i> PUSCH.		Cr. Zm. S Lipc. V	
„ <i>cf. posthumus</i> HILB.		Zm. S	
„ <i>cf. Malvinae</i> DUB.	Nasl. V	Mich. P	
„ <i>cf. Lenzi</i> HILB.		Lipc. V	
„ <i>duodecim lamellatus</i> BRONN		Mich. P	
„ <i>cf. denudatus</i> REUS.			Cer. MA
<i>Ostrea digitalina</i> EICHW.			Sul. St., Sdg.
(DU BOIS)		Bric. V Zm. S	Pa, Cer.
			Tr. N Vasl.
			Bi. MA
„ <i>cochlear</i> POLLI	Nag. V		
<i>Modiola Hoernesii</i> RSS.			Sul. St
„ <i>volhinica</i> BAST.		Bric. V	
<i>Mytilus an congeria</i> sp.			Sul. St
<i>Gastrochaena cf. intermedia</i> HOERN.	Nag. V		
<i>Emarginula</i> sp.		Bric. V	
<i>Trochus patulus</i> BROCC.	Perc. Nag. Nasl. V		Tr. N
„ <i>cf. sannio</i> EICHW.	Nag. V		
<i>Monodonta cf. mamilla</i> ANDRZ.	Nag. V		
„ <i>cf. Araonis</i> BAST.	Nag. V		
<i>Xenophora cumulans</i> BRONGN.			Tr. N
<i>Nerita picta</i> EICHW.		Bric. V	
<i>Neritina Grateloupana</i> FÉR.			Sul. St
			Vasl. MA
<i>Calyptrea chinense</i> LINN.		Mich. P	
<i>Natica helicina</i> BROCC	Nag. V		
<i>Hidrobia</i> sp.	Nag. V		
<i>Rissoa Lachensis</i> BAST.	Nag. V		
„ <i>curta</i> DUF.	Nag. V		
<i>Turritella pythagoraica</i> HILB.			Tr. N
„ <i>Archimedis</i> BRONGN.	Nag. V		
„ <i>bicarinata</i> EICHW.	Nag. V		Vasl. MA
„ <i>turris</i> BAST.			Vasl. MA
<i>Vermetus cf. intortus</i> LMA.	Nag. V		
<i>Cerithium Schaueri</i> var			
<i>Eichwaldi</i> HILB.			Vasl. Cer. MA



	Podolische Fazies		Prækarpathische Fazies
	Unterer Horizont	Oberer Horizont	Oberer Horiz.
<i>Cerithium crenatum</i> BROCC.			Tr. N
„ <i>Eichwaldi</i> MAYER			Tr. N
„ <i>nodosoplicatum</i> M. HOERN			Tr. N Vasl. MA
„ <i>deforme</i> EICHW. Nag. V			
„ <i>minutum</i> SERR. Nag. V			
„ <i>pictum</i> BAST.			Sul. St
„ <i>ligularum</i> EICHW.			Sul. St
<i>Buccinum mutabile</i> LINN.			Tr. N
„ <i>Rosthorni</i> PARTSCH			Tr. N
„ <i>miocenicum</i> MICH.			Sul. St
<i>Murex</i> sp. Nag. V			
<i>Mitra stirata</i> EICHW. Nag. V			
„ <i>fusiiformis</i> BROCC. Nag. V			
<i>Voluta rarispina</i> LAM.			Tr. N
<i>Pleurotoma</i> sp.			Tr. N
<i>Conus Dujardini</i> DESH. Nag. V			Tr. N
<i>Dentalium Bouei</i> DESH. Nag. V			
<i>Ancylus marginatus</i> EICHW.		Bric. V	

Erklärung der Abkürzungen

A = S. Athanasiu	Cus. = Cuslău
MA = Macovei und I. Atanasiu	Gir. = Girenii lui Curt
N = Niedzwiedzki	Iv. = Ivăncăuți
Pa = Paul	Lipe. = Lipcani
P = Petrino	Mich. = Michalcov
S = Simionescu	Mite. = Miteău
St = Stur	Nas. = Naslavcea
V = Văscăuțanu	Ocna = Ocna
W = Wolf	Prel. = Prelipcea
	Sdg. = Sadagura
Bi. = Bila	Sul. = N. Suliță (Galiția)
Bric. = Briceni	Tr. = Țârnauca (Cernovca)
Cer. = Cernăuți	Vasl. = Văslăuți
Cr. = Crasnaleuca	Zm. = Cotul Zamca

Aus diesem Verzeichnis folgt :

- (Gemeinsame Formen mit dem Buglovian finden sich fast ausschliesslich im oberen Horizont der prækarpathischen Fazies.
- Im oberen Horizont beider Faziesentwicklungen sind Formen häufig, die im Buglovian gänzlich fehlen.



II DAS SARMAT

Das wichtigste stratigraphische Problem, das uns im Norden der Bukowina und Bessarabiens entgegentritt, ist die Absonderung des Torton vom Sarmat.

In der Moldau wurde diese Absonderung selbst auf allgemeinen geologischen Karten (1:1.500.000) durchgeführt, weil hier die Westgrenze des Sarmat auffällig mit dem Rand des karpathischen Faltengebietes zusammenfiel. Auf diese Art erhielt diese Grenze auch eine tektonische Bedeutung; man kann fast sagen, dass die Westabgrenzung des Sarmat in den meisten Fällen sich mehr auf tektonische als auf stratigraphische Argumente stützte. Die ersten nicht gefalteten Sedimente, welche östlich des gefalteten Miozän der Aussenzone (subkarpathische, praekarpathische Zone) erschienen, wurden als sarmatisch angesehen. Unzweifelhaft bleibt auch die Ausscheidung des Sarmat entlang des Randes der Moldauer Karpathen noch ein offenes Problem. Für Karten grösseren Masstabes jedoch (1:1.500.000—1:500.000) bleibt diese Ausscheidung, obwohl sie theoretisch kritisierbar ist, doch praktisch der Wahrheit nahe genug, um einstweilen geduldet werden zu können.

Im Norden der Bukowina und Bessarabiens jedoch, wo die helvetischen und tortonen Ablagerungen aus der Faltenzone in die Tafellandschaft übergehen, wo sie, sichtlich konkordant, vom Sarmat überlagert werden, bleibt die Abtrennung dieser beiden Stufen ein rein stratigraphisches Problem. So müssen wir vor allem praezise faunistische und lithologische Kriterien suchen, nach denen wir die Kartierung richten können. Wir müssen also diskutieren:

1. Die faunistischen Unterschiede zwischen Torton und Sarmat.
2. Die stratigraphischen Beziehungen zwischen diesen beiden Stufen, und
3. Das Problem des Bulgovian, um dann das Kapitel mit dem Studium der Verwitterung der sarmatischen Ablagerungen schliessen zu können.

1. Die faunistischen Unterschiede zwischen Torton und Sarmat.

BITTNER erkannte, wenigstens für das Wiener Becken, dass die sarmatische Fauna ein Abkömmling der mediterranen Fauna ist, jedoch verarmt und degeneriert infolge der fortschreitenden Aussüßung des Wassers.

Die einzelnen Formelemente der mediterranen Fauna verhielten sich bei dem Wechsel der Lebensbedingungen verschieden:

- a) Die rein stenohalinen Formen, welche für ein Wasser mit normalem



Salzgehalt charakteristisch sind, mussten sofort bei der Aussüßung des Wassers verschwinden. Diese Formen sind also sehr nützlich für eine Charakterisierung des Mediterran. Unter ihnen müssen wir vor allem erwähnen: *Korallen*, die *Echiniden*, die *Brachiopoden*, dann unter den Gastropoden: *Conus*, *Fusus*, *Mitra*, *Ancillaria*, *Terebra*, *Furitella*, *Delphinula*, *Triton*, *Ranella*, *Calyptraea*, *Patella* etc. unter den Lamellibranchiaten: *Chama*, *Pecten*, *Arca*, *Pectunculus* etc.

b) Die eurihalinen Formen persistieren, zum Teil verkümmert, zum Teil werden sie zu neuen Spezies und Varietäten. Hier müssen wir anführen: *Cerithium*, *Trochus*, *Buccinum*, *Cardium*, *Mactra*, *Ervilia*, *Modiola*, *Donax*, *Tapes*.

Aus der Tatsache, dass einige mediterrane Formen nur im unteren Teil des Sarmat persistieren, müssen wir schliessen, dass sie sich nur bis zu einem gewissen Grad der Aussüßung des Wassers erhalten konnten.

c) Die sarmatische Fauna konnte eventuell auch durch einige Süßwasserformen, die sich dem Medium des Brackwassers wieder angepasst haben, bereichert werden. Diese Formen würden dann in der sarmatischen Fauna als neue Typen, gegenüber der mediterranen Fauna, erscheinen.

Die erste Idee, die eine solche stufenförmige Anpassung der mediterranen Fauna an das Medium des Brackwassers erweckt, ist, dass zwischen der typischen, marinen Fauna des Mediterran und der Brackwasserfauna des Sarmat Übergänge stattfinden müssten, eine Übergangsauna, in welcher die verschiedenen Stadien der Adaptierung zum Vorschein kommen müssten. Ablagerungen mit solchen Faunen sind in der Tat zwischen Torton und Sarmat bekannt (*Venus Konkensis*-Schichten, Buglowca-Schichten, *Spaniodon*-Schichten) und heute werden diese Schichten mit der Übergangsauna, einer besonderen Stufe, dem Buglovian, gezählt.

Diese Analyse der sarmatischen Fauna scheint uns eine Lösung für die stratigraphische Orientierung zu geben. In der Tat könnten alle Ablagerungen, welche Formen der Gruppe a (Stenohalin) enthalten, dem Mediterran und alle diejenigen, welche exklusiv eurihaline Formen, mit neuen Spezies und Varietäten (Gruppe b) führen, dem Sarmat zugeteilt werden. Dieses Kriterium wurde bei unseren Studien angewendet. Doch bietet dieses Kriterium mehrere Angriffspunkte für eine Kritik, nämlich insoweit, als es die Aufstellung eines strengen Synchronismus der Ablagerungen nicht erlaubt.

Die Aussüßung des Wassers, durch welche die sarmatische Fauna geschaffen wurde, konnte nicht im ganzen sarmatischen Becken gleichzeitig vor sich gehen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass das Wasser des Mediterran, welches nach dem Torton nur mangelhafte Verbindungen mit dem heutigen Mittelmeer aufwies, progressiv aussüßte, und zwar infolge Zuflusses von Süßwasser durch mehrere grosse Flüsse. Der Zufluss



durch die Flüsse kann auch durch die Vergrößerung der Einzugsgebiete eine Folge der grossen und wichtigen Massenerhebungen, welche um diese Zeit stattfanden, — verstärkt worden sein.

Diese Aussüssung musste an den Flussmündungen oder in mehr oder weniger vom marinen Becken isolierten Golfen stattfinden, während im marinen Becken die tortone Fauna noch weiter persistierte. Es gibt also starke Argumente, dass das Bulgovian, wenigstens in seinem unteren Teil, mit jenen Ablagerungen, die wir noch dem Torton zurechnen, synchron ist.

Vorläufig ist aber das oben angeführte Kriterium das einzig anwendbare. Wir rechnen also zum Torton alle jene Ablagerungen, in welchen wir Formen der Gruppe a finden, obwohl wir Zweifel hegen, dass die obere Grenze dieser Ablagerungen eine streng synchronische Grenzlinie ist. Sie gibt aber eine erste Annäherung, über die wir noch nicht hinausschreiten können.

2. Die stratigraphischen Beziehungen zwischen Torton und Sarmat (inklusive Buglovian).

Da wir alle marinen Ablagerungen als Torton angesehen haben, suchten wir vor allem vollständige Profile, welche Übergänge vom Torton zum Sarmat enthielten, um auf diese Weise vor allem die Existenz des Buglovian feststellen zu können.

Die Profile, die VĂȘCĂUȚANU am Nistru-Ufer studiert hat, zeigen über dem Mediterran fast konstant volhyniane Oolithkalke, über welchen manchmal Mergel mit *Cardium protractum*, ein im Volhynian häufiges Fossil, folgen. Von P e r c ă u ț i bis nach N a s l a v c e a haben wir nirgend sichere Indizien einer Existenz des Buglovian. Es ist also wahrscheinlich, dass diese Stufe, wenigstens im Osten von N a g o r e n i, wo das Mediterran sandig oder konglomeratisch ist (N e p o r o t o v c a, N ă s l a v c e a), fehlt.

Ebenso fehlen am Ufer des Prut, im Distrikte Dorohoi, alle Indizien des Vorhandenseins des Buglovian. SIMIONESCU gibt hier einige Profile des Überganges vom Torton zum Sarmat.

Wir konnten diese Grenzlinie an folgenden Punkten studieren :

Bei der Kote 448, am Weg Horosăuți-Țârnauca. Hier finden wir konglomeratische Sandsteine mit *Ostrea sp.*, welche wir dem Mediterran zugerechnet haben, über welchen unmittelbar Oolithkalke mit *Ervilia sp.* folgen, welche wahrscheinlich volhynianen Alters sind.

Dieselben Verhältnisse finden sich bei V ă s l ă u ț i wieder, wo die konglomeratischen Sandsteine nach unten in fossilführende Sande übergehen, welche jenen von Ț â r n a u c a entsprechen, in denen NIEDZWIEDZKI



die oben erwähnte Fauna gefunden und beschrieben hat. Er selbst charakterisiert diese Fauna folgendermassen: „unzweifelhaft obermediterran, mit ziemlich hervortretenden Anklängen an die volhynische Provinz und mit schwacher Verwandtschaft zum Buglovian Lascarev's". Daraus schliessen wir, dass über diesen Sanden typische bugloviane Ablagerungen liegen könnten. Paläontologisch wurde dieses zwar nicht erwiesen; die Oolithkalke, welche wir hier über den Sanden und konglomeratischen Sandsteinen des Mediterran finden, und welche sehr wahrscheinlich synchron mit den vom Nistru erwähnten Kalken sind, wurden immer dem Volhynian zugerechnet. Es ist nicht ausgeschlossen, dass das Buglovian auch hier fehlt, gerade so wie es wahrscheinlich auch am Nistru, östlich von Nagoreni, fehlt, und dieses umso mehr, da hier das obere Mediterran konglomeratisch-sandig ist.

Das Volhynian könnte also transgressiv und stratigraphisch diskordant auf dem Mediterran liegen. Doch es ist auch möglich, dass hier die Aussüssung des Wassers nur später — also im Zeitraum des Volhynian — erfolgte. In diesem Falle erscheint das Buglovian als eine, vielleicht peripherische, Randfazies des obermediterranen Meeres, welcher zeitlich bei Cernăuți ein marines Äquivalent entsprechen würde. Die schwache Verwandtschaft, die NIEDZWIEDZKI bei der Fauna von Târnauca mit der Buglovian-Fauna konstatiert, spricht auch für diese Annahme. Tatsächlich konnten sich die buglovianen Typen, die wir unter den rein marinen Formen finden (*Pecten*, *Arca*, *Pectunculus*, *Chama*, *Conus*), nicht zwischen diesen marinen Formen differenzieren, denn eine Aussüssung des Wassers hätte den Untergang der marinen Formen hervorgerufen. Es ist im Gegenteil möglich, dass eurihaline bugloviane Formen, welche sich in einem Brackwassermedium differenzierten, ihr Verbreitungsgebiet bis in ein rein marines Areal ausdehnten.

Bei Tuțca veche (Altezuczca) finden wir wieder dieselbe direkte Lagerung der Oolithkalke mit *Ervilia* und *Modiola* über den Pflanzenreste führenden Sandsteinen mit *Ostrea sp.* und *Pecten sp.*

Der letzte Punkt, den wir schliesslich erwähnen wollen, ist der Rubinberg (Siret). Hier konnten wir leider kein vollständiges Profil des torton-sarmatischen Überganges studieren, doch scheinen die fossilen Formen, welche STUR erwähnt ¹⁾ (*Murex sublavatus* in Vergesellschaftung mit *Ervilia podolica*) und die wir bei Verpolea (*Buccinum sp.*, *Cerithium sp.*, *Turritella sp.*, *Pleurotoma sp.*, *Ervilia sp.*) gefunden haben, eine bulgoviane Fauna anzuzeigen. Doch kann, bevor diese Fauna eingehend studiert worden ist, kein sicheres Urteil darüber abgegeben werden. Dies

¹⁾ D. STUR. Cerithienschichten bei Sereth in der Bukowina, Jahr. d. K. K. geol. Reichsanstalt, 1860, Verhandl., pag. 79, Wien, 1860.



wäre bis nun der einzige Punkt, wo eine bugloviane Fauna vorhanden sein könnte. Die übrigens, wie gezeigt, problematische Existenz dieser Fauna könnte einerseits zeigen, dass gegen SW, also in der Nähe der Karpathen, eine Kontinuität der Sedimentation zwischen Torton und Sarmat stattfand (wenn wir dem Buglovian nicht nur die Rolle einer peripherischen Fazies des Torton zuschreiben wollen), andererseits, dass die periphere Brackwasserfazies sich nicht nur im NE des mediterranen Beckens, sondern auch in seinem südwestlichen Teil, also entlang der Karpathen, heimisch machte.

Aus dem Studium der Grenze zwischen Torton und Sarmat ergibt sich die Schlussfolgerung, dass vom Tal des Siret an gegen Nordost, nirgend in der Bukowina, der nördlichen Moldau und dem nördlichen Bessarabien ein sicherer paläontologischer Beweis für die Existenz des Buglovian zu finden ist. Überall folgen über den rein marinen tortonen Ablagerungen volhyniane Oolithkalke.

Das Fehlen des Buglovian kann als stratigraphische Lücke erklärt werden; in diesem Falle müssen wir für den Schluss des Torton eine Regression und eine Transgression des Volhynian annehmen¹⁾. Das Fehlen des Buglovian kann jedoch auch durch Annahme einer Persistenz der marinen Fazies durch den ganzen Zeitraum des Buglovian erklärt werden. In diesem Falle müssen wir das Buglovian als eine peripherische Brackwasserfazies ansehen, die sich in einigen Randzonen des tortonen Meeres ansiedelte.

III

TEKTONIK

Der podolische Sockel (Plattform), welcher von miozänen Sedimenten des podolischen Typus bedeckt wird, erreicht gegen SW eine NW-SE streichende Linie, welche über die Ortschaften *H o r o d e n c a*, *D a r a b a n i* und *Ș t e f ă n e ș t i* geht und welche vollkommen mit der Linie *B e r d o - N a r o l*²⁾ in der Bukowina übereinstimmt. Jenseits dieser Linie beginnt die praekarpathische Depression³⁾.

Beim Studium der Tektonik der Gegend zwischen Nistru und Siret müssen wir uns also befassen:

1. Mit der Plattform.
2. Mit der Linie Berdo-Narol.
3. Mit der praekarpathischen Depression.

¹⁾ LASCAREW konstatiert eine Transgression des Volhynian in Volhynien.

²⁾ W. TEISSEYRE. Der paläozoische Horst von Podolien und die ihn umgebenden Senkungsfelder, Beitr. z. Pal. u. Geol. Österreich--Ungarns u. d. Orients, Bd. XV, pag. 109, Wien, 1903.

La methode de la cryptotectonique, Kosmos, Vol. 51, Fasc. I—IV, pag. 142, Lwow, 1920.

³⁾ W. TEISSEYRE. Die Tektonik des Vorlandes der Ostkarpathen, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1903.



I. Die Plattform.

Wenn wir den Verlauf der Grenzfläche zwischen Miozän und den älteren Ablagerungen im Raum studieren, so erkennen wir sofort im Allgemeinen eine SE-Neigung dieser Fläche. Von der Nordgrenze der Bukowina bis nach *Percăuți* ist diese Neigung ganz regelmässig und beträgt 110 m auf 80 km also weniger als 1,4 m pro km. Das nebenstehende Profil (Fig. 2), welches hundertfach überhöht ist, macht diese Regelmässigkeit des Gefälles anschaulich. Auf Fig. 1 können wir, wenn wir die Isohypsen verfolgen, einen leichten treppenartigen Absatz in der Gegend von *Ocnău* feststellen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Einsenkung irgend eine tektonische Ursache hat — doch kann sie eventuell auch auf irgend eine falsche Beobachtung zurückgeführt werden.

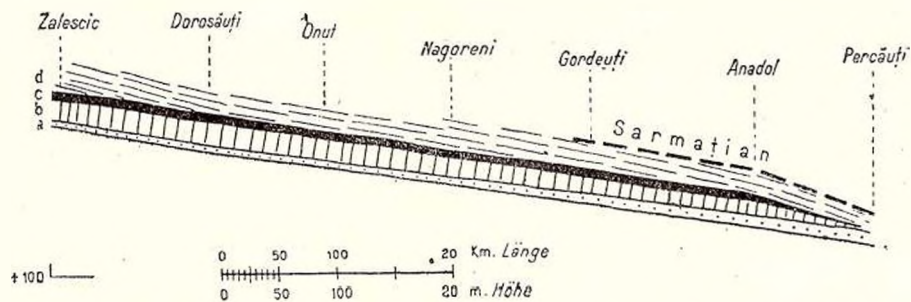


Fig. 2. --- Profil der miozänen Ablagerungen längs des Nistru zwischen Zalescic und Percăuți. a. Konglomerate und Sandsteine, b. Lithothamnienkalk, c. Gips, d. Mergel mit *Pecten-Lilli*.

Südöstlich von *Percăuți* wird das Gefälle der mediterranen Basis merklich kleiner und beträgt am Nistru 0,6 m pro km und am Prut 0,75 pro km. In derselben Gegend erreicht die tektonische Linie *Cernăuți* *Percăuți* den Nistru¹⁾.

Wenn wir uns des Umstandes erinnern, dass die tortonen Ablagerungen des podolischen Typus gegen SE ständig an Mächtigkeit verlieren und schliesslich im Nistru-Tale (zwischen Mohilev und Soroca) verschwinden, nachdem sie im Allgemeinen eine mehr konglomeratisch-sandige Fazies angenommen haben, so müssen wir schliessen, dass das Ufer des tortonen Meeres nicht weit von *Soroca* lag und dass dieses Meer sich gegen W vertiefte. Bei dieser Lage der Dinge senkte sich die Basisfläche des Mediterrans sicher gegen W oder NW. Da wir nun heute dieselbe Fläche gegen SE geneigt finden, also fast entgegengesetzt, so müssen wir annehmen, dass diese Neigung die Folge einer ganz beachtenswerten He-

¹⁾ W. TEISSEYRE: Der paläozoische Horst... etc. Fig. 4

bung des Sockels im NW ist. TEISSEYRE¹⁾ nimmt übrigens an, dass die Plattform im Paläogen noch gegen NW geneigt war.

2. Die Linie Berdo-Narol.

Die in der Richtung NE-SW geführten Profile (Fig. 3), welche diese Linie senkrecht schneiden, zeigen, dass die Neigung der miozänen Sedimente gegen SE viel grösser ist als gegen SW. Diese starke Neigung verbindet den Sockel mit der praekarpathischen Depression und zeigt klar, dass die Linie Berdo-Narol eine tektonische ist. Wir fassen sie, ebenso wie TEISSEYRE²⁾, als die erste Stufe des treppenförmigen Abbruchs der Plattform gegen SW auf.

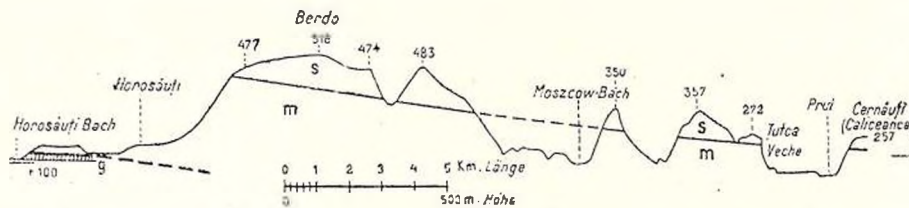


Fig. 3. — Profil der miozänen Ablagerungen zwischen Horoșăuți und Cernăuți.
g. Gips, m. Torton, s. Sarmat.

Wenn wir diese Linie von NW nach SE verfolgen, so finden wir sie sehr ausgeprägt von der Grenze der Bukowina bis in die Nähe des Prut (Noua Sulița). In ihrem weiteren Verlauf verliert sie immer mehr ihren tektonischen Charakter. Mit anderen Worten im eigentlichen Moldauischen Sockel haben wir keine Anzeichen dieser Linie mehr, wenn wir nicht gerade eine der übrigens häufig vorkommenden Flexuren als solche ansprechen wollen³⁾.

Wenn wir im Auge behalten, dass wir schon im Torton fazielle Verschiedenheiten auf beiden Seiten dieser Linie feststellen können, müssen wir ihr ein vortortonales Alter zuschreiben. Es ist möglich, dass im Mediterran durch sie nur der SW-Rand des Sockels markiert wurde, also die Übergangszone zwischen Sockel und Geosynklinale.

3. Die praekarpathische Depression.

Die praekarpathische Depression erstreckt sich von der Linie Berdo-Narol gegen SW bis zum Plyschrant. Von Anfang an müssen wir in dieser Depression zwei tektonische Zonen unterscheiden:

¹⁾ W. TEISSEYRE: Der paläozoische Horst... etc., pag. 124.

²⁾ Idem, pag. 119.

³⁾ M. DAVID: Cercetări geologice în Podișul moldovenesc, An. Inst. geol. al României, Vol. II, pag. 196, u. f., București, 1922.



1. Eine stark gefaltete Zone, welche sich dem Flyschrand anschliesst; in der Bukowina ist diese Zone sehr schmal; in der Moldau nimmt sie lüngen sehr an Breite zu. Sie wurde „Praekarpathisches Hügelland“, „Subkarpathische Zone“ oder „Neogene Zone“ genannt. Diese Zone nimmt an den Faltung der Karpathen teil und fällt somit aus dem Kreis unserer jetzigen Betrachtungen heraus.

2. Eine fast ungefaltete Zone, welche in der Moldau gewöhnlich der „Sarmatische Sockel (Sarmatische Plattform)“ genannt wird. Für die Bukowina passt dieser Name nicht mehr, da hier in einem grossen Teil der ungefalteten Zone das Sarmat fehlt. Wenn wir für die gefaltete Zone den Namen „Externzone“ oder „Subkarpathische Zone“ beibehalten, so könnten wir für die nicht gefaltete Zone die Bezeichnung „Praekarpathische Zone“ gebrauchen, indem wir diesen Namen streng auf die nicht gefaltete Zone beschränken.

Die Beobachtungen, die wir im letzten Sommer sammeln konnten, sind zu spärlich, um sie zu einer Übersicht zusammenzufassen. Wir beobachteten nur, dass auch die Praekarpathische Zone nicht ganz frei von Faltungen ist. Manchmal hatten wir den Eindruck (z. B. bei Băhri-nești, Volcineț, NW des Siret) als ob wir sehr weit gespannte Antiklinalen vor uns hätten.



G. MACOVEI UND I. ATANASIU

**GEOLOGISCHE KARTENSKIZZE DER MEDITERRANEN ABLAGERUNGEN
IN DER BUKOWINA UND IN NORD-BESSARABIEN**

G. MACOVEI u. I. ATANASIU: Geologische Beobachtungen über
das Miozän zwischen Siret und Nistru







Institutul Geologic al României