

STUDIUL GEOLOGIC AL DOLOMITELOR MASIVE HYDASPIENE DIN SINCLINALUL HĂGHIMAȘ (PÂNZA BUCOVINICĂ)

Daniela Alexandra POPESCU, Liviu Gheorghe POPESCU

Cuvinte cheie: microfacies, dolomite, Hydaspien (Anisian inferior), Pânza Bucovinică, Sinclinalul Hăghimaș
Keywords: microfacies, dolomites, Hydaspien (Lower Anisian), Bucovinian Nappe, Hăghimaș Syncline

Geological study of the massive Hydaspien dolomites of the Hăghimaș Syncline (Bucovinian Nappe, East Carpathians). The massive dolomites represent the carbonate deposits with the largest outcropping area of the Bucovinian Nappe cropping out on the Hăghimaș Syncline flanks. These deposits appear like a most continuous band on the inner flank where they make up Cupaș, Licaș, Calului and Ciofronca Mounts in the central part of the syncline. On the outer flank dolomites crop out discontinuously, made up Chicera, Bâta Rotundă, Piatra Pocladului Massives.

Four microfacies types were differentiated in the thin sections: dolomicrites, dolomicrosparites, dolosparites and dolopelmicrosparites with rare species of *Earlandia tintinniformis* Misik. The microfacies data indicate the existence of a tidal flat with Campilian-?Norian evolution. The age of the massive dolomites is Hydaspien (Lower Anisian), being established by stratigraphical criteria.

Introducere

Sedimentarul mezozoic al Pânzei Bucovinice se caracterizează prin succesiunea cea mai completă dintre toate seriile pânzelor central-est-carpatică, debutând cu Triasicul și încheind cu Formațiunea de wildflysch, barremian-apțiană.

Coloana litostratigrafică a Triasicului din Sinclinalul Hăghimaș este constituită din următorii termeni: Seisianul detritic, Campilianul stratificat, calcaros-dolomitic, Anisianul inferior (Hydaspien) dolomitic masiv, Anisian mediu-Ladinianul calcaros cu alge și Carnian-?Norianul calcaros și dolomitic.

Dintre toate depozitele carbonatice triasice extinderea cea mai largă o au dolomitele masive. Suprafața cea mai mare este ocupată de aceste depozite în zona centrală a flancului intern al Sinclinalului Hăghimaș, acolo unde formează o serie de înălțimi cum ar fi: Vârful Cupaș, Muntele Licaș, Muntele Calului, Piatra Ciofronca. Aspectul lobat al sedimentarului triasic, din acest sector se datorează unei puternice eroziuni diferențiate (Săndulescu, 1975). Dolomitele sunt bine deschise în zona Lacului Roșu de pârâul Hăghimaș (Oii) și de o serie de afluenți ai acestuia (Calu, Piatra Roșie, Licaș, Ghilcoș), precum și de pârâul Suhard. La nord de pârâul Suhard dolomitele afloră pe pârâul Cupaș. De la Piatra Ciofronca, spre sud, dolomitele formează o bandă lungă și relativ îngustă, uneori cu întreruperi, până la pârâul Orotăș din extremitatea sudică a sinclinalului (Săndulescu et al., 1975).

Pe flancul extern, Hydaspienul dolomitic afloră discontinuu, formând în nord Masivul Chicera, Bâta Rotundă, Piatra Pocladului; în amonte de localitatea Bicaz-Chei, Anisianul inferior apare în Piatra Pânțărenilor și Piatra Arșiței, iar mai la sud în Bâta Neagră, Dealul Plopilor etc. Pe pârâul Mățului dolomitele masive se dezvoltă atât sub forma unui sinclinal complet, cât și a unor mici solzi în baza Arșiței Almașului (fig. 1).

În partea sudică a sinclinalului, Anisianul inferior afloră în trei sectoare. În primul sector, dolomitele masive se dezvoltă sub forma unei benzi continue de la nord de Valea Iavardi până la pârâul Sălămașul Mic (afluent de dreapta al pârâului Iavardi), formând pe Iavardi butoniera anticlinalului Lunca (fig. 2). În următoarele două sectoare, situate la sud de primul, dolomitele masive afloră pe aproape toți afluenții de stânga ai râului Trotuș. Astfel, între pârâul Antaluc (fig. 3) și Valea Întunecoasă dolomitele formează miezul anticlinalului Lunca, deversat, iar la sud de Valea Strâmbă apar pe flancurile anticlinalului, marcând în est bordura Pânzei Bucovinice în contact cu Stratele de Sinaia ale Pânzei de Ceahlău (fig. 4).

Litostratigrafie

Dintre toate depozitele care formează suita triasică în facies bucovinic, dolomitele atribuite Anisianului inferior se detașează net ca răspândire și grosime stratigrafică, ele marcând flancurile Sinclinalului Hăghimaș.

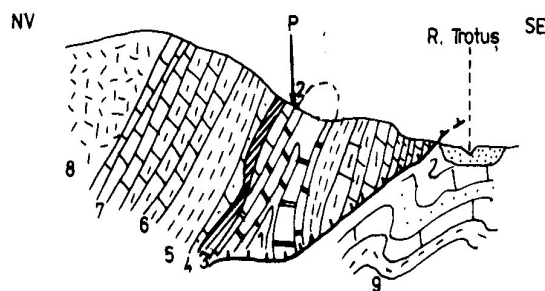
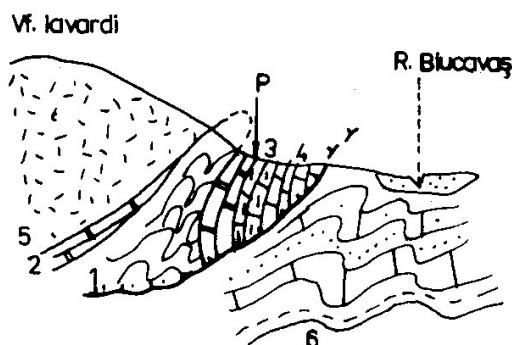
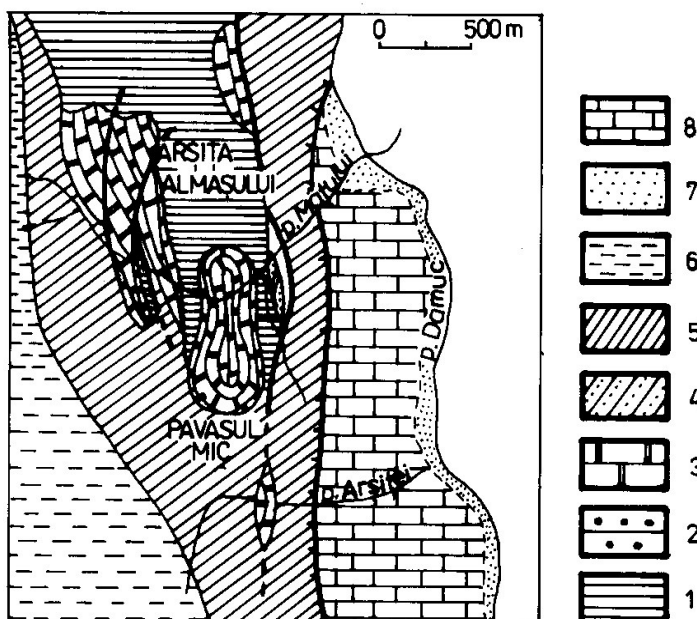


Fig. 3 Secțiune geologică în versantul stâng al pârâului Antaluc (anticlinalul Lunca, din partea meridională a Sinclinalului Hăghimaș, după Grasu și Turculeț, 1978). Pânza Bucovinică: 1-dolomite (Anisian inferior); 2-calcare (Pelsonian-Ladinian); 3-calcare roz (Liasic); 4-calcare argiloase (Dogger); 5-Formațiunea siltitelor silicolitice (Callovian-Oxfordian); Formațiunea cu *Aptychus* s.l.; 6-membrul inferior (Kimmeridgian-Tithonian) și 7-membrul superior (Neocomian); 8-wildflysch. Pânza de Ceahlău: 9-Formațiunea de Sinaia (Neocomian); P-secțiune de probare a dolomitelor și calcarelor triasic mediu.

Dolomitele masive se dispun în mod normal peste Campilianul stratificat calcaros-dolomitic; acolo unde, datorită efilărilor tectonice locale, Campilianul lipsește, dolomitele masive au o poziție discordantă față de Seisianul detritic; în zona centrală a Sinclinalului Hăghimaș, pe flancul intern, limita Seisian-Anisian apare pe pâraiele Lapoș, Licaș, Piatra Roșie și la izvoarele pâraului Suhard (Săndulescu, 1975).

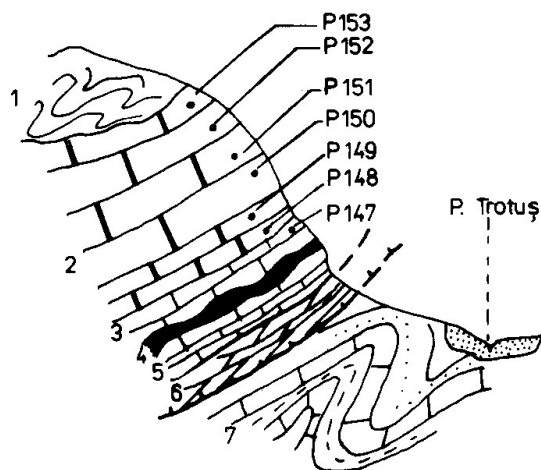


Fig. 4 Secțiune geologică în versantul stâng al râului Trotuș amonte de Valea Strâmbă, la Lunca de Sus (după Grasu și Turculeț, 1978). Pânza Bucovinică: 1-soclu cristalin; 2-3 dolomite și calcare albe (Triasic mediu); 4-faciesul de Hierlatz (Jurasic inferior); 5-calcare cenușii-gălbui (Domerian); 6-Formațiunea cu *Aptychus* (Kimmeridgian-Neocomian). Pânza de Ceahlău: 7-Formațiunea de Sinaia (Neocomian).

Există și situații când dolomitele masive vin în contact direct cu cristalinul, cele mai relevante exemple fiind oferite de deschiderile de pe flancul extern din partea meridională a Sinclinalului Hăghimaș.

Cu totul izolat, la baza dolomitelor masive au fost semnalate și alte depozite în afară de cele prezentate mai sus. Astfel, Săndulescu (1981) citează pe versantul estic al Muntelui Bâta Oblânc din extremitatea meridională a Sinclinalului Hăghimaș, pe o suprafață restrânsă, niște calcarenite cenușii bogate în crinoide, asemănătoare cu cele găsite în extremitatea nordică a sinclinalului în aceeași poziție stratigrafică (Săndulescu 1972, 1975).

În câteva sectoare, atât în Sinclinalul Rarău cât și în Sinclinalul Hăghimaș, au existat condiții de continuare a sedimentării carbonatice, fapt care a condus la formarea unor depozite de calcare și dolomite în intervalul Ladinian-?Norian dispuse normal peste dolomitele masive, anisian inferioare.

Dolomitele au în general un aspect masiv, rareori putând fi observată o vagă stratificație generată de un sistem dens de fisuri; sunt roci cu o largă paletă coloristică, variind de la alb-gălbui, uneori cu pete rozii, la cenușiu-negru în spărtură proaspătă sau maroniu pe suprafețele alterate; uneori eroziunea și alterarea "siderolitică" a depozitelor liasice supraiacente le-au imprimat o colorație roșiatică (Săndulescu, 1975).

Grosimea depozitelor dolomitice variază între 50 și 150 m; Mutihac (1968) consideră că grosimea lor inițială ar fi fost mult mai mare, partea superioară fiind îndepărtată prin eroziunea care s-a produs în timpul exondării din Triasicul mediu. Kräutner (1929) consideră în schimb că grosimea mare (200 m) nu e de origine primară, ea formându-se ulterior, prin procese de cutări și solzificări care au implicat nu numai sedimentarul bucovinic, ci și fundamentul cristalin.

Materialul analizat microscopic

Aria largă de apariție a dolomitelor masive ne-a permis urmărirea și probarea lor pe 6 profile. Au fost analizate microscopic dolomitele dispuse peste nivelul dolomitelor stratificate, campiliene, de pe pâraul Calu (probele 108-111) (fig. 5) și din Piatra Arșiței probele (78-85) (fig. 6). Din dolomitele de pe pâraul Ghilcoș provine o singură probă (127), prelevată din apropierea contactului cu calcarele albe-cenușii de vârstă Pelsonian-Longobardian.

Din extremitatea sudică a sinclinalului am urmărit dolomitele masive de pe versantul stâng al pâraului Iavardi (fig. 2). Anisianul inferior dolomitic deschis de acest pârau prezintă intercalații calcaroase (fig. 7). Partea bazală a succesiunii (probele 140, 141) este constituită din dolomite cenușii cu aspect grezos și dolomite cu caracter pelitomorf, cu diaclaze fine de material gălbui-violaceu. Partea mediană este formată din dolomite maronii (proba 145) cu intercalații de calcare roșietic-maronii (proba 146) intens tectonizate. Aspectul breicios al calcarelor este conferit de o rețea deasă de diaclaze cimentate cu material oxidic, în ochiurile căreia sunt prinse claste micritice. Spre partea terminală dolomitele sunt acoperite de roci grezoase negre (proba 143), asemănătoare depozitelor doggeriene, mai puțin diagenizate și dolomitice, în alternanță cu calcare cenușii de tip pelmicritic (proba 142) și microsparitic (proba 144).

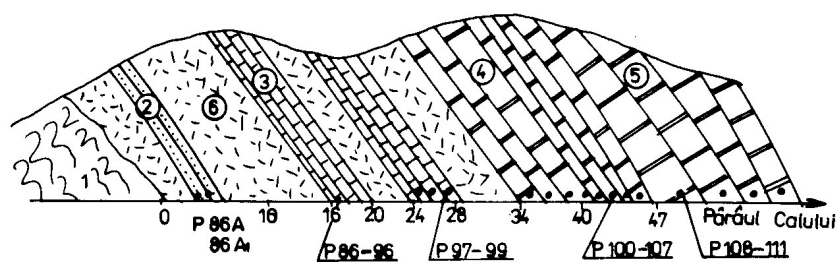


Fig. 5 Secțiune geologică prin Triasicul de la confluența pâraului Calu cu pâraul Piatra Roșie de pe flancul intern al Sinclinalului Hăghimaș (după Grasu et al., 1995): 1-Grupul de Bretila; 2-gresii (Seisian); 3-calcare stratificate și 4-dolomite stratificate(Campilian); 5-dolomite masive (Anisian inferior); 6-teren acoperit.

De pe versantul stâng al pâraului Antaluc am analizat o singură probă (163) de dolomit, probă care a fost prelevată din flancul normal al anticlinalului Lunca (fig. 3). Mai în sud, în perimetrul localității Lunca de Sus am probat dolomitele (probele 148-153) de pe flancul răsturnat al anticlinalului Lunca, dolomite care afloră în malul stâng al Trotușului (fig. 4, 8).

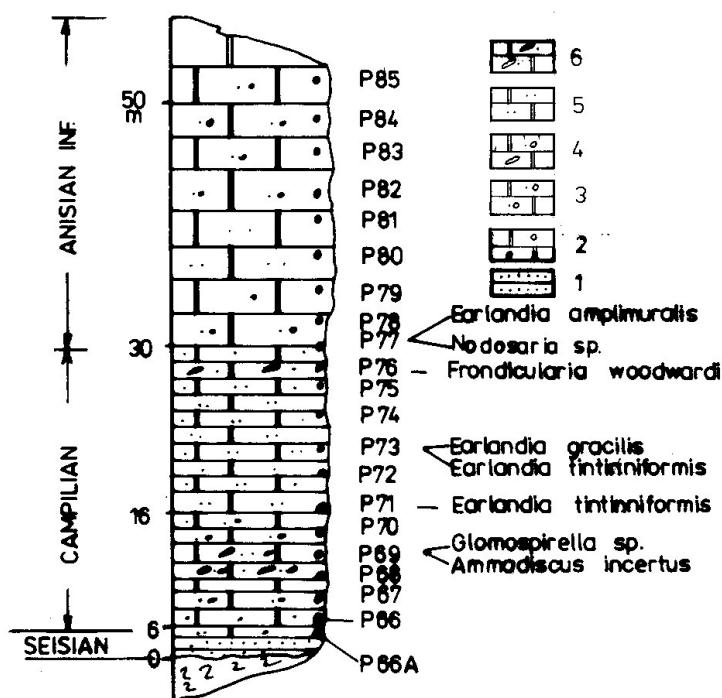


Fig. 6 Coloană prin dolomitele din Piatra Arșiței (flancul extern al Sinclinalului Hăghimaș): 1-gresii cuarțoase (Seisian); 2-dolosparit; 3-dolomicrosparit; 4-dolopelmicrosparit; 5-dolomicrit; 6-dolopelmicrit (Campilian – Anisian).

Microfaciesuri

Studiul microscopic al celor aproximativ 30 de secțiuni subțiri a permis separarea mai multor tipuri de microfaciesuri care, în ordinea frecvenței, sunt: dolomicrite, dolomicrosparite, dolosparite și dolopelmicrosparite.

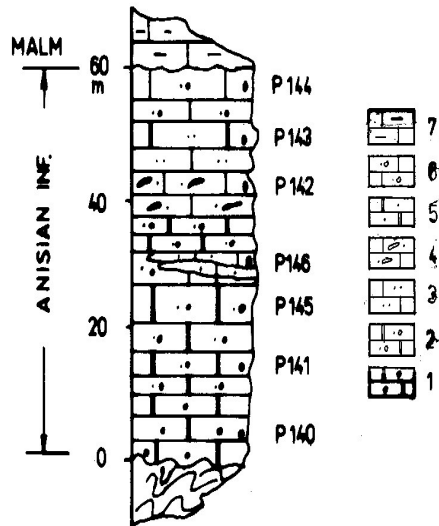


Fig. 7 Coloană litologică prin depozitele carbonatice anisian inferioare de pe pârâul Iavardi (flancul estic al Sinclinalului Hăghimaș): 1-dolosparit; 2-dolomicrosparit; 3-micrit; 4-pelmicrit; 5-dolomicrit; 6-microsparit; 7-Formațiunea cu *Aptychus* –membrul inferior, Kimmeridgian-Tithonian.

Dolomicritele. Cele mai multe probe prezintă doar un fond microcristalin, fără alte elemente. Uneori acest fond este aproape opac, culoarea lui închisă datorându-se prezenței materiei organice. Pe alocuri matricea dolomitică prezintă plaje compuse din cristale de dolomit zonată, de dimensiuni sparitice și arenitice; unele au incluziuni fluide concentrate pe linii subparalele cu conturul cristalului (proba 127). Forma romboedrică a cristalelor de dolomit este subliniată prin zonare, care poate fi în parte datorată diferențelor chimice ale dolomitului sau cantității diferite de materie organică încorporată în cristalul în curs de creștere. Contactul dintre masa micritică și plajele sparitice se face fie în lungul unei zone de interferență de culoare închisă, fie de cele mai multe ori gradat.

Multe dolomicrite (proba 81) sunt tectonizate, prezentând o rețea deasă de diaclaze subțiri. Pe unele astfel de fisuri sunt fixate fragmente angulare rupte în momentul fracturării rocii; prezența clastelor micritice alături de cristale carbonatice conferă diaclazelor aspect breicios; într-un singur caz (proba 108) circulația soluțiilor feruginoase a condus la fixarea clastelor în interiorul fisurilor.

Sub microscop, la unele dolomicrite (probele 80, 109, 143) se observă microsecvențe breicioase create de claste calcaro-dolomitice; masa micritică înglobează în acest caz, extrem de rare granoclaste de cuarț, limpezi, unele cu incluziuni.

Materialul bioclastic este inexistent, cu excepția probei 108 de pe pârâul Calu, unde apar câteva exemplare de radiolari calcitizați.

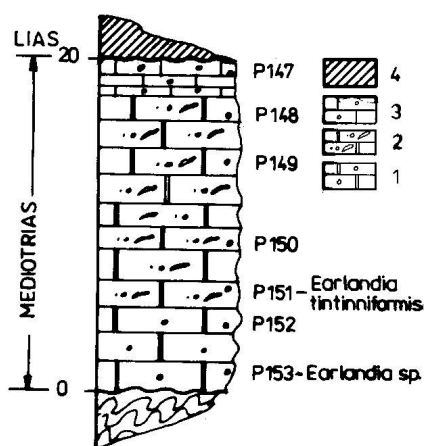


Fig. 8 Coloană prin depozitele carbonatice triasic mediu din versantul stâng al râului Trotuș (flancul estic al Sinclinalului Hăghimaș): 1-dolosparit; 2-dolopelmicrosparit; 3-sparit; 4-faciesul de Hierlatz (Lias).

Dolomicrosparitele analizate aflorează în special pe două dintre profilele urmărite de noi, dintre care amintim: Piatra Arșitei (fig. 6) și Iavardi. Toate secțiunile subțiri arată un sediment în care calcarul original a fost înlocuit complet prin dolomit. Rezultatul este un mozaic de cristale xenomorfe echigranulare, dar cel mai adesea inechigranulare; în cazul mozaicului inechigranular cristalele mai mari de dolomit prezintă incluziuni de culoare cenușie-marou (aspect caracteristic dolomitelor formate diagenetic), care pot fi de calcit; pot fi de asemenea și incluziuni fluide sau incluziuni de material necarbonatic, cum ar fi de exemplu argila prezentă în sedimentul inițial. Masa microscopică a rocilor înglobează secvențe sparitice (probele 82, 83, 85) și rar separații brecioase (proba 83) cu matrice roșiatică.

Dolosparitele, mai rar întâlnite, se caracterizează printr-o structură granulară non-planară euahedrală (probele 79, 152, 153, 140, 163). Prezența în masa rocii a cristalelor romboedrice euahedrale de dolomit larg dezvoltat, uneori multiplu zonate, este foarte rar semnalată (proba 153). Singura formă fosilă identificată aparține unei specii de *Earlandia* sp. a cărei aspecte morfologice bine conservate o face identică cu cea figurată de Gazdzicki et al. (1975).

Dolopelmicrosparitele, care apar cu precădere în malul Trotușului (fig. 8) (probele 148-151), prezintă o matrice micro-criptocristalină dolomitică, în care se găsesc pelete micritice, mărunte, predominant sferice, subordonat ovoidale cu o "sortare" bună. Caracteristicile lor le includ în categoria peletelor fecale (Flügel, 1982). Dintre toate varietățile de microfacies, acestea încorporează cele mai multe bioclaste de microforaminifere, din care am determinat câteva exemplare de *Earlandia tintiniformis* Misik și *Lagenide* (proba 151), care apar preponderent sub formă de secțiuni longitudinale.

Considerații biostratigrafice

Lipsa materialului paleontologic în dolomitele masive a condus la mult discutata datare stratigrafică. La început, ținându-se seama de relațiile lor cu depozitele subiacente, dolomitele au fost atribuite fie Permianului (Uhlig, 1903, 1910; Ilie, 1957), fie Triasicului inferior (Uhlig, 1907). Ulterior, descoperirea nivelului de Azodu Mare, cu faună campiliană în baza dolomitelor masive (Atanasiu, 1928) a condus la reconsiderarea vârstei lor; prin urmare poziția stratigrafică față de acest nivel reclamă vârsta anisiană (Kräutner, 1929; Baltreș în Patrușiu et al., 1976; Săndulescu, 1973, 1974, 1976).

Foarte mulți autori care au considerat nivelul stratificat fosilifer ca parte componentă a dolomitelor masive le-au atribuit intervalului Campilian-Anisian (Mutihac, 1968, 1969, 1970; Popescu și Patrușiu, 1964; Patrușiu, 1966, 1967; Patrușiu et al., 1969, 1971; Turculeț, 1971; Grasu 1971, 1972, 1973; Grasu și Turculeț, 1978; etc.). Preda și Pelin (1963) le-au considerat anisian-ladiniene. Ulterior, cele două nivele au fost descrise separat, dolomitele masive revenind în mod normal Anisianului (Săndulescu, 1973, 1981; Grasu et al., 1995).

Această vârstă a fost argumentată paleontologic de către Pelin (1967), care a determinat din dolomitele masive de la Piatra Cifronca specia *Ceratites semipartitus* Montf. Analizele microscopice făcute de Dragastan și Grădinaru (1975) asupra unor nivele roșcate dolomicritice intercalate mai ales în partea inferioară a dolomitelor masive din Masivul Chicera (Tulgheș) au condus la identificarea unei asociații constituită din *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devide & Pantić, *Pilamina densa* Pantić, *Earlandia dunnigtoni* Elliott, *Earlandia tintiniformis* Misik; asociația este tipică pentru Anisianul inferior și mediu.

Din dolomitele ce aflorează pe Valea Strâmbă, afluent de stânga al râului Trotuș (flancul intern, extremitatea sudică a Sinclinalului Hăghimaș), Baltreș (în Patrușiu et al., 1976) citează bivalve (*Gervilleia*, *Entolium*) și foraminifere care nu justifică vârsta lor. Cu toate acestea autorul le atribuie Anisianului, ținând seama de poziția lor stratigrafică.

Dolomitele masive ne-au oferit puțin material bioclastic, care constă din *Earlandia tintiniformis* Misik, *Earlandia* sp. și *Lagenide*.

Singura specie determinată de *Earlandia* este lipsită de valoare stratigrafică, ea având în general un interval larg de evoluție la nivelul Triasicului inferior și mediu și nu numai. Evoluția speciei *Earlandia tintiniformis* Misik se suprapune în general intervalului Campilian – Anisian (Glasek et al., 1973; Gazdzicki et al., 1975; Zawidzka, 1975; Dragastan și Grădinaru, 1975; Dragastan et al., 1982; Bucur, 1997; etc.). Sudar (1986) citează aceeași specie într-o microasociație faunistică din calcarele de Dachstein noriene ce află în câteva zone ale Munților Tara (Dinaridele Interne), pe când Gielisch (1999) o descrie din depozitele calcaroase, liasic superioare (Carixian – Domerian), din nordul Munților Trapezona (Grecia).

Prin urmare, specia citată nu este utilă pentru argumentarea intervalului stratigrafic în care s-au depus dolomitele masive. Pentru aceasta, în schimb, trebuie să ținem seama de poziția lor geometrică, respectiv dispunerea lor peste depozitele stratificate carbonatice atribuite Campilianului. Deci, fiind superioare Campilianului, dolomitele ar reveni în mod normal Anisianului. Supraiacente dolomitelor masive sunt calcarele cu alge ce cuprind o asociație formată din specii din grupul *Physoporella* – *Oligoporella*, *Diplopora annulata* Schafhäutl, *Diplopora annulatissima* Pia, *Julpiaella subtilis* (Pia) Bucur&Enos etc. și o serie de foraminifere – *Agathammina austroalpina* Kristan-Tollmann, *Pilamina densa* Pantić, *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devide&Pantić, *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti (Popescu, 2004). Asociația indică intervalul Pelsonian–Ladinian.

În concluzie, dolomitele masive cuprinse între calcarele și dolomitele stratificate, campiliene și calcarele albe cu alge, pelsonian – ladiniene, revin bazei Anisianului, respectiv Hydaspianului.

Reconstituire paleomedială

Încercând să reconstituim paleomediul din timpul Anisianului inferior în facies bucovinic din Sinclinalul Hăghimaș, precizăm că sedimentarea dolomitelor a avut loc în cadrul unei platforme carbonatice mareice (bazin sedimentar marin cu maree, a căror amplitudine era destul de slabă), cu dezvoltare modestă, având în vedere grosimea redusă a depozitelor (150-200 m).

Caracteristicile microscopice reclamă formarea dolomitelor în două domenii ale platformei carbonatice: supramareic (supratidal) și intermareic (intertidal). Domeniul supramareic corespunde unui areal cu emersiune pronunțată, în care primele sedimente sunt dolomicritele și dolomicrosparitele. Acestea s-au format prin procesul de dolomitizare a unor sedimente foarte fine, probabil mături carbonatice, în condițiile expunerii subaerene, a temperaturilor destul de ridicate și a concentrării sărurilor prin evaporare. Deci, dolomitele supramareice au luat naștere în condiții hipersaline create de un climat cald și umed asemănător celui actual din zona platformei carbonatice din regiunea Bahama (Dragastan, 1980). Secvențele brecioase apar atât în arealul domeniului supramareic cât și în a celui intermareic. Ultimul domeniu menționat corespunde arealului de acțiune mai mult sau mai puțin constantă a fluxului și refluxului.

Dolomitele intermareice provin tot din mături carbonatice cu un conținut bioclastic foarte redus, constând în microforaminifere de tip *Earlandia*. Menținerea apei în unele zone depresionare ale platformei a favorizat depunerea mălurilor fine, precum și concentrarea sărurilor de magneziu, care au înlocuit fazele minerale carbonatice instabile. Acest proces a condus la instalarea mediilor hipersaline mai puțin favorabile dezvoltării organismelor. Așa se și explică cantitatea extrem de redusă a materialului bioclastic reprezentat doar prin *Earlandia*, gen cu o mare putere de adaptabilitate la mediile hipersaline.

În zona Iavardi, unde am semnalat prezența intercalațiilor calcaroase în succesiunea dolomitică, exista probabil o zonă depresionară care funcționa ca un lac ce se umplea de apă la reflux. În această zonă se depuneau sedimente micritice și pelmicritice.

Concluzii

Dolomitele masive din Sinclinalul Hăghimaș reprezintă depozitele carbonatice cu extin-

derea cea largă la nivelul Triasicului din Pânza Bucovinică, ele marcând de fapt flancurile sinclinalului. Suprafața cea mai mare este ocupată de aceste depozite în partea centrală a sinclinalului, în zona Lacului Roșu, acolo unde și formează o serie de culmi muntoase.

Discordanța intrawerfeniană, prima în succesiunea Triasicului bucovinic, respectiv între Seisianul detritic, dispus peste fundamentul cristalin, și Campilianul stratificat calcaros-dolomitic, a determinat plasarea pe suprafețe mari a dolomitelor, cu sau fără nivelul stratificat din bază, direct peste șisturile cristaline ale soclului. Această discordanță este marcată pe alocuri de o decolare gravitațională a dolomitelor de pe substratul lor, decolare care a fost urmată de antrenarea depozitelor detritice subțiri în nucleul unor mici anticlinale „diapire” ce străpung masa dolomitelor (Săndulescu, 1969, 1975). Aceste structuri „diapire”, a căror formare este legată de o deformare posthydaspienă, ulterioară dolomitelor, se observă în malul stâng al râului Bicaz, la izvoarele pârâului Suhard, în Muntele Lapoș și în sudul Muntelui Chicera.

Sedimentarea carbonatică s-a instalat în Sinclinalul Hăghimaș în intervalul Campilian-Norian făcându-se în condițiile unei platforme carbonatice mareice. În timpul Anisianului inferior a predominat un climat cald și umed care a favorizat evaporarea și implicit creșterea concentrației în săruri de magneziu a apei din bazinul de sedimentare, care au condus la declanșarea procesului de dolomitizare a sedimentelor fine, carbonatice.

BIBLIOGRAFIE

- Atanasiu, I.** (1928), *Etude géologique dans les environs des Tulgheș (Distr. de Neamtz)*. An. Inst. Geol. Rom., XII, București.
- Bucur, I.** (1997), *Formațiunile mezozoice din zona Reșița - Moldova Nouă (Munții Aninei și estul Munților Locvei)*. Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca.
- Dragastan, O., Grădinaru, E.** (1975), *Asupra unor alge, foraminifere, sphinctozoare și microproblematică din Triasicul din Carpații Orientali și Dobrogea de Nord*. St. cerc. geol. geofiz. geogr., Geol., 20/2, p. 247 - 254, București.
- Dragastan, O., Diaconu, M., Popa, ELENA, Damian, R.** (1982), *Biostratigraphy of the Triassic Formations in the East of the Pădurea Craiului Mountains*. D. S. Inst. Geol. Geofiz., LXVII/4 (1979 - 1980), p. 29 – 61, București. *their stratigraphic significance*. Acta Palaeont. Pol., 23/3, p. 351 - 373, Warszawa.
- Flügel, E.** (1982), *Microfacies Analysys of Limestones*. Springer - Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- Gazdzicki, A., Trammer, J., Zawidzka, Krystyna** (1975), *Foraminifers from the Muschelkalk of southern Poland*. Acta Geol. Pol., 25/2, Warszawa.
- Gieliseh, H.** (1999), *Biostratigraphische und mikrofazielle daten aus komponenten und matrix des Zentral-Hellenischen-Melange-Gürtels im westlichen Trapezona-Gebirge (Argolis, Griechenland)*. Rev. Roum. Géol., 43, p. 49 – 61, București.
- Glazek, J., Trammer, J., Zawidzka, Krystyna** (1973), *The Alpine microfacies with „Glomospira densa” (Pantić) in the Muschelkalk of Poland and some related paleogeographical and geotectonic problems*. Acta Geol. Pol., vol 23/3, p. 463 – 482, Warszawa.
- Grasu, C.** (1971), *Recherches géologiques dans le sédimentaire mesozoïque du bassin supérieur de Bicaz*. Lucr. Staț. „Stejarul”, IV, geol - geogr., Piatra Neamț.
- Grasu, C.** (1972 - 1973), *Observații geologice în partea terminal - sudică a culmii Dămuclui - Hăghimaș*. Lucr. Staț. „Stejarul”, V, geol - geogr., p. 13 - 24, Piatra Neamț.
- Grasu, C., Catana, C., Turculeț, I., Niță, MARILENA** (1995), *Petrografia mezozoicului din „Sinclinalul marginal extern”*. Edit. Acad. Rom., București.
- Grasu, C., Turculeț, I.** (1978), *Observații geologice în regiunea meridională a sinclinalului Hăghimaș*. Lucr. Staț. „Stejarul”, IV, geol - geogr., p. 59 - 74, Piatra Neamț.

- Ilie, M.** (1957), *Cercetări geologice în regiunea Rarău – Câmpulungul Moldovei – Pârâul Cailor*, An. Com. Geol. Rom., XXIV, București.
- Krätner, Th.** (1929), *Cercetări geologice în cuveta marginală mezozoică a Bucovinei cu privire specială la regiunea Rarăului*. An. Inst. Geol. Rom., XIV, p. 1 - 30, București.
- Mutihac, V.** (1968), *Structura geologică a sinclinalului marginal extern*. Edit. Acad. Române, București.
- Mutihac, V.** (1969), *Structura geologică a sinclinalului marginal extern la nord de Valea Moldovei (Rarău)*. D. S. Inst. Geol. Geofiz., LIV/3 (1966-1967), București.
- Mutihac, V.** (1970), *Evoluția zonei central - carpatice în orogeneza alpină*. Stud. cercet., geol., geofiz., geogr., 15/2, București.
- Patrulius, D., Popa, ELENA, Popescu, ILEANA** (1969), *Structura Pânzei Bucovinice în partea meridională a masivului cristalin moldav (Carpații Orientali)*. An. Inst. Geol. Geofiz., XXXVII, p. 71 - 107, București.
- Patrulius, D., Bleahu, M., Popescu, ELENA, Bordea, S.** (1971), *The Triassic Formation of the Apuseni Mountains and the East Carpathians Bend*. Guidebook, 8, București.
- Patrulius, D., Drăgănescu, A., Batreș, A., Popescu, B., Rădan, S.** (1976), *Carbonate Rocks and Evaporites*. Guidebook Series, 15, p.81, București.
- Popescu, Daniela Alexandra** (2004), *Triassic carbonates from north of Rarău Syncline (East Carpathians): microfacies and paleogeographical implications*. Acta Palaeontologica Romaniae, 4, p. 373-384, pl. 4, Cluj Napoca.
- Popescu, G., Patrulis, D.** (1964), *Stratigrafia Cretacicului și a klippelor exotice din Rarău*. An. Com. Geol., XXXIV/2, București.
- Preda, I., Pelin, M.** (1963), *Contribuții la cunoașterea geologiei împrejurimilor Lacului Roșu*. Soc. de Șt. Nat. Geogr., Comunicări de Geol., II (1960-1961), București.
- Săndulescu, M.** (1972), *Considerații asupra posibilităților de corelare a structurii Carpaților Orientali și Occidentali*. D. S. Inst. Geol. Geofiz., LVIII/5 (1971), București.
- Săndulescu, M.** (1973), *Contribuții la cunoașterea structurii geologice a sinclinalului Rarău (sectorul central)*. D. S. Inst. Geol., LIX/5 (1972), p. 59 - 85, București.
- Săndulescu, M.** (1974), *Corelarea seriilor mezozoice din sinclinalele Rarău și Hăghimaș (Carpații Orientali)*. D. S. Inst. Geol. Geofiz., LX/5 (1972 - 1973), București.
- Săndulescu, M.** (1975), *Studiul geologic al părții centrale și nordice a sinclinalului Hăghimaș (Carpații Orientali)*. An. Inst. Geol. Geofiz., XLV, București.
- Săndulescu, M., Mureșan, M., Mureșan, Georgeta** (1975), *Harta geologică a României scara 1:50 000, foaia Dămuc*. Inst. Geol. Geofiz., București.
- Săndulescu, M., Tomescu Camelia, Iva Mariana** (1976), *Date noi cu privire la microfaciesurile și biostratigrafia formațiunilor mezozoice din sinclinalul Rarău*. D. S. Inst. Geol. Geofiz., LXII/4, p. 167 - 188, București.
- Săndulescu, M.** (1981), *Nouvelles données sur la formation mésozoïques de la Tarnița-Ostra (Carpații Orientali)*. D. S. Inst. Geol. Geofiz., LXVI/5 (1979), p. 91 - 102, București.
- Turculeț, I.** (1971), *Cercetări geologice asupra depozitelor jurasice și eocretace din cuveta Rarău-Breaza*. Inst. Geol., St. Teh. Econ., J/10, București.
- Uhlig, V.** (1903), *Bau und Biled der Karpathen*. Wien, Leipzig.
- Uhlig, V.** (1907), *Ueber Tektonik der Karpaten*. Sitz. Akad. Wiss. Natur, 116, Wien.
- Uhlig, V.** (1910), *Das Vorkomen der Werfener Schichten bei Kimpolung der Bukowina*. Mitt. Geol. Ges., III, Wien.
- Zawidzka, Krystyna** (1975), *Conodont stratigraphy and sedimentary environment of the Muschelkalk in Upper Silesia*. Acta Paleont. Pol., 25/2, p. 217 - 257, Warszawa.