



Dacian și Romanian – etaje în stratigrafia timpului geologic din Balcani

Dan Grigorescu
Institutul de Studii Avansate pentru
Cultura și Civilizația Levantului
dangrig84@yahoo.com

Mihaela Melinte-Dobrinescu
Institutul Național de Geologie
și Geoecologie Marină
melinte@geoecomar.ro

Scară timpului geologic s-a constituit în decursul ultimelor două secole prin asamblarea virtuală a secvențelor litologice din diverse regiuni ale Pământului, în care stratele¹ se succed neîntrerupt, demonstrând cuprinderea întregii durate a celor mai mici diviziuni ale acestei scări – *etajele*, iar prin fosilele conținute sunt ilustrate aspecte evolutive reprezentative aceluia interval de timp.

Arătam în articolul precedent din această carte, *Calendarul Pământului*, că fosilele sunt baza cronologiei geologice, dar aceasta doar pentru ultimele 540 de milioane de ani, în care resturi ale organismelor care au trăit se întâlnesc cu o diversitate și frecvență care permit folosirea lor drept indicatori ai timpului geologic. Acest capitol al istoriei geologice este numit **Fanerozoic**, însemnând „viață evidentă” (*phaneros* – vizibil, *zōē* – viață, în greaca veche). În depozitele ce cuprind cea mai mare parte a istoriei Pământului, de la formarea primei sale cruste întărite și până la începutul Fanerozoicului, timp de patru miliarde de ani (88 % din întreaga istorie geologică), fosilele sunt foarte rare și, mai ales, lipsite de structurile minerale (cochilii, carapace), care permit conservarea resturilor organice. Pentru acest enorm interval de timp, numit, în general, **Precambrian** (*Cambrianul* este prima perioadă a „timpurilor fosilifere”), în care rolul de reper cronologic al fosilelor nu poate fi folosit, se

¹ Nu mă pot deține de colegii mei stratigrafi români, care dintotdeauna au folosit, contrar filologilor, pluralul „strate” și nu „straturi”, cum este recomandat. Asta tocmai pentru a distinge obiectul de bază al unei științe – Stratigrafia – de celelalte tipuri de *straturi*.

apelează la indicatori petrografici și mineralogici, dar, mai ales, la datările radiometrice, care redau vârsta depozitelor în multipli ai anului.

Ce înseamnă „asamblare virtuală a secvențelor”? Cercetări stratigrafice sunt desfășurate pe întreaga suprafață a planetei, în scopul elaborării hărților geologice – documentul principal ce ghidează căutarea resurselor minerale de tot felul (zăcămintele de minereuri, de petrol și gaze, ape minerale). Cercetarea atentă a stratelor, pe care o implică cartarea geologică, poate conduce la descoperirea fosilelor.

Paleontologii, profesioniștii ai organismelor din trecutul geologic, totdeauna prezenți în echipele cercetătorilor stratigrafi, colectează atent fosilele descoperite, iar apoi, în laborator, stabilesc căror categorii sistematice le aparțin acestea, le reconstituie evoluția: intervalul cronologic al existenței, arealul geografic ocupat, relațiile filogenetice, de descendență și înrudire cu alte organisme. În urma acestor cercetări minuțioase, a consultărilor între specialiști cu preocupări comune, a dezbaterilor din reuniuni științifice internaționale, a rezultat „asamblarea secvențelor” pe baza fosilelor identificate drept caracteristice unor anumite intervale de timp, în succesiunea lor cronologică. „Secvențele” au atât o semnificație materială: volumul depozitelor în care au fost întâlnite „fosilele caracteristice”, cât și una abstractă – timpul existenței lor, cuantificat radiometric. În urma cercetărilor, a dezbaterilor și a rezoluției forului științific specializat, *Comisia internațională de Stratigrafie*, a rezultat Scara timpului geologic. Fiecare dintre treptele acestei scări, numite *etaje*, este desemnată printr-o secțiune geologică, considerată drept cea mai reprezentativă pentru intervalul respectiv, denumită *stratotip*.

Ce înseamnă „secțiunea cea mai reprezentativă” în cazul unui *stratotip*? Conform regulilor internaționale, secțiunea-tip sau stratotipul trebuie să cuprindă succesiunea stratigrafică completă a aceluia interval de timp, adică depunerea sedimentelor să se fi desfășurat continuu, fără întreruperi semnificative (să nu aibă *lacune*, în termeni stratigrafici), să aibă limitele – inferioară și superioară –, marcate prin fosile caracteristice fazelor respective. În marea majoritate a cazurilor, secțiunile-tip au fost alese în deschideri naturale săpate de râuri sau formate prin prăbușiri sau alunecări de teren. Doar în cazuri excepționale, atunci când la suprafață nu au fost întâlnite secțiuni reprezentative, stratotipurile au fost desemnate în foraje.

Condiția de accesibilitate este, de asemenea, inclusă în regulile internaționale pentru desemnarea unui stratotip, regiunile foarte accidentate, cu versanți abrupti și complicații tectonice sau în teritorii cu conflicte politice, sunt evitate în alegerea unui stratotip.

Numele unui *stratotip* de etaj este legat de cel al regiunii unde a fost stabilit. Câteva exemple: *Eifelian* – numele unui etaj al perioadei Devonian – derivă de la numele regiunii Eifel din nordul Germaniei, *Bathonian* – etaj al Jurasicului, de la regiunea orașului Bath, din sud-vestul Angliei, sau *Lutețian* – etaj al Eocenului, de la numele latin al Parisului, *Lutetia*.

Totdeauna sunt dezbateri între specialiști din țări diferite în jurul stabilirii unui *stratotip*: deseori acestea continuă pe durata multor ani, urmând ca membrii Comisiei internaționale de Stratigrafie să decidă. Aceasta pentru că sunt mai multe regiuni în lume, în care condițiile pentru stabilirea unui stratotip sunt îndeplinite: continuitate depozițională, conținut fosilifer bogat, relevant pentru evenimentele paleobiologice ale perioadei respective etc.; între propunerile venite din diferite zone, este desemnată cea care întrunește cel mai bine condițiile de reprezentativitate a perioadei. Secțiunea aleasă devine *stratotip global*, iar limita care o delimitează de etajul precedent este marcată în teren cu „Vârful de aur” (*Golden Spike*) (Fig. 1).



Fig. 1. Festivitatea de marcare prin „Vârful de aur” (*Golden spike*) a limitei stratigrafice Toarcian/Aalenian (Jurasic inferior/Jurasic superior) în localitatea Fuentelsaz din Aragon (Spania).

Stabilirea sincronismului unor evenimente din trecutul geologic, între regiuni mult depărtate, reprezintă un domeniu principal al Stratigrafiei, cunoscut sub numele de *corelare stratigrafică*.

Corelarea stratigrafică fundamentează reconstituirea istoriei geologice, de la începutul acesteia până în prezent, totodată modalitatea practică de a descoperi substanțele minerale în regiuni în care condițiile de formare a unor substanțe utile erau întrunite la un moment dat. Metodele corelării stratigrafice sunt variate și complexe, pe lângă cele paleontologice sunt implicate și cele sedimentologice, geochimice și geofizice.

Fosilele, pe baza cărora a fost elaborată scara timpului geologic, nu permit sincronizările între regiuni foarte depărtate, decât atunci când acestea sunt cuprinse în arealul de dezvoltare al organismelor care au caracterizat acel moment. Cum însă, factorii de mediu, de care depinde existența organismelor sunt schimbători de la o regiune la alta, în funcție de relief, de climat, în același moment sunt mări și oceane, zone montane și de deșert, scara internațională a timpului geologic nu poate fi folosită în corelările la mari distanțe, decât prin vârstele în milioane de ani, care au fost adăugate scării relative a timpului, prin datarea radiometrică, care reprezintă repere cronologice absolute.

Schimbările geografice, atât la scară planetară, cât și regională, determinate de mișcările tectonice prin care depozitele acumulate pe fundul marilor sunt ridicate, formând șiruri de munți, modifică radical mediile de viață, organismele care trăiau în mări dispar, altele adaptate noilor condiții le iau locul. Asemenea schimbări profunde fragmentează regiunile care, înainte, erau cuprinse într-un areal relativ unitar prin condițiile de mediu, impunând, din punct de vedere stratigrafic, elaborarea unor scări geocronologice cu valoare regională, pe baza evoluției organismelor din noile medii de viață.

În regiunea Mediteranei, apropiată țării noastre, importante mișcări tectonice au avut loc în ultimele 25 milioane de ani, când lanțul muntos din sud-estul Europei – Alpii Orientali, Carpații, Balcanii, Munții Crimeii și ai Caucazului – și-a început ridicarea, fragmentând astfel Oceanul Tethys în două sectoare: Tethysul Occidental sau Tethysul remanent și Tethysul Oriental sau Paratethys, cu limita dintre ele în regiunea Vienei.



Fig. 2. Cele două sectoare ale Oceanului Tethys: Tethys occidental și Paratethys, separate în Miocen în urma ridicării lanțului alpin al Europei de sud-est (*sursa Wikipedia*).

În urma separării, *Tethysul occidental* a continuat să comunice cu Oceanul Atlantic, păstrându-și astfel salinitatea normală pentru oceane (aprox. 30-32 mg. săruri/litru), în timp ce *Paratethysul* a devenit un bazin închis, legătura cu Tethysul Occidental fiind restabilită doar pentru scurte perioade. Întreruperea acestei legături a determinat reducerea treptată a salinității, în special datorită aporturilor de ape dulci ale unor mari fluvii, predecesoare ale Dunării, Nistru, Bug și Volga (Fig. 2).

Separarea celor două sectoare ale Tethysului a indus modificări ecologice importante, reflectate de asociațiile biologice: în *Tethysul occidental* au continuat să supraviețuiască organismele *stenohaline* (adaptate salinității normale): corali, cefalopodele, echinodermele, în timp ce în Paratethys s-au dezvoltat organismele adaptate apelor cu salinitate redusă (*salmastră*), în special moluște (bivalve și gastropode), ostracode, anumite foraminifere. Pe lângă reducerea salinității, separarea a determinat și o scădere a adâncimii apelor din Paratethys, în funcție de care a început individualizarea unor mici bazine în cuprinsul său, cu particularități ecologice, legate în special de salinitate, de la Vest spre Est: bazinul Panonic, bazinul Dacic, bazinul Pontic (Euxinic) și bazinul Caspic (Fig. 3). Bazinul Panonic ocupa cea mai mare parte a Ungariei și sudul Slovaciei, bazinul Dacic – sudul României, din zona de

curbură până în vestul Olteniei și nordul Bulgariei, bazinele Pontic și Caspic – suprafețe mai extinse în jurul Mării Negre și Mării Caspice.

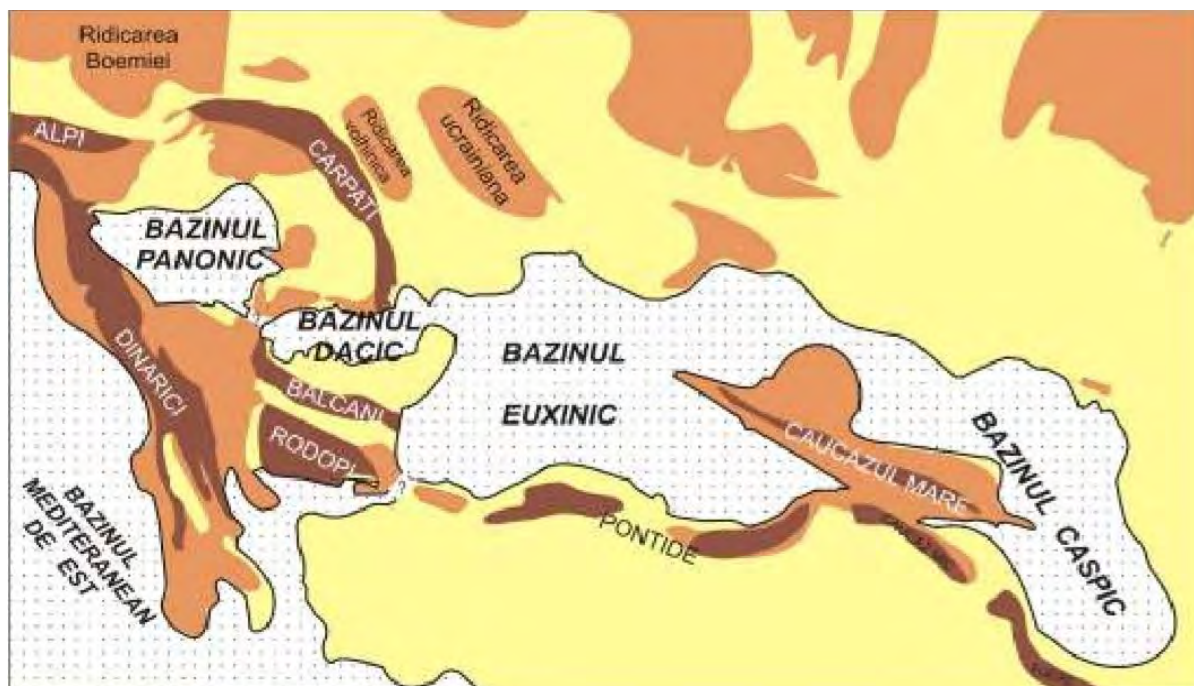


Fig. 3. Bazinele componente ale Paratethysului (din Jipa și Olariu, 2009).

Bazinele au comunicat între ele în decursul celei mai mari părți a Miocenului (23-7.2 milioane de ani). Faza celei mai extinse legături a avut loc în Sarmatianul mediu (aprox. 11-9.5 milioane de ani), când aceleași specii de moluște și mici crustacee (ostracode), care sunt cei mai buni indicatori ai acestei perioade, se întâlnesc în toate bazinele (Fig. 4). Temporar și pentru scurtă durată a fost reluată și legătura Paratethysului cu Tethysul occidental, ultima oară la finele Miocenului (7.2-5.3 milioane de ani), pe fondul „crizei Messiniene”, când comunicarea Tethysului occidental cu Atlanticul a fost întreruptă.

Consecința acestei întreruperi a fost secarea treptată a unei mari părți a Mării Mediterane, prin evaporare locul mării fiind luat de o serie de lagune hipersaline. Din acestea au rezultat depozite groase de câteva mii de metri, de ghips și sare, iar pe uscatul format, elefanții africani au pătruns în Europa (Fig. 5). Legătura Mediteranei cu Atlanticul s-a reluat la sfârșitul acestei perioade, prin Gibraltar. Această legătură funcționează și în prezent.

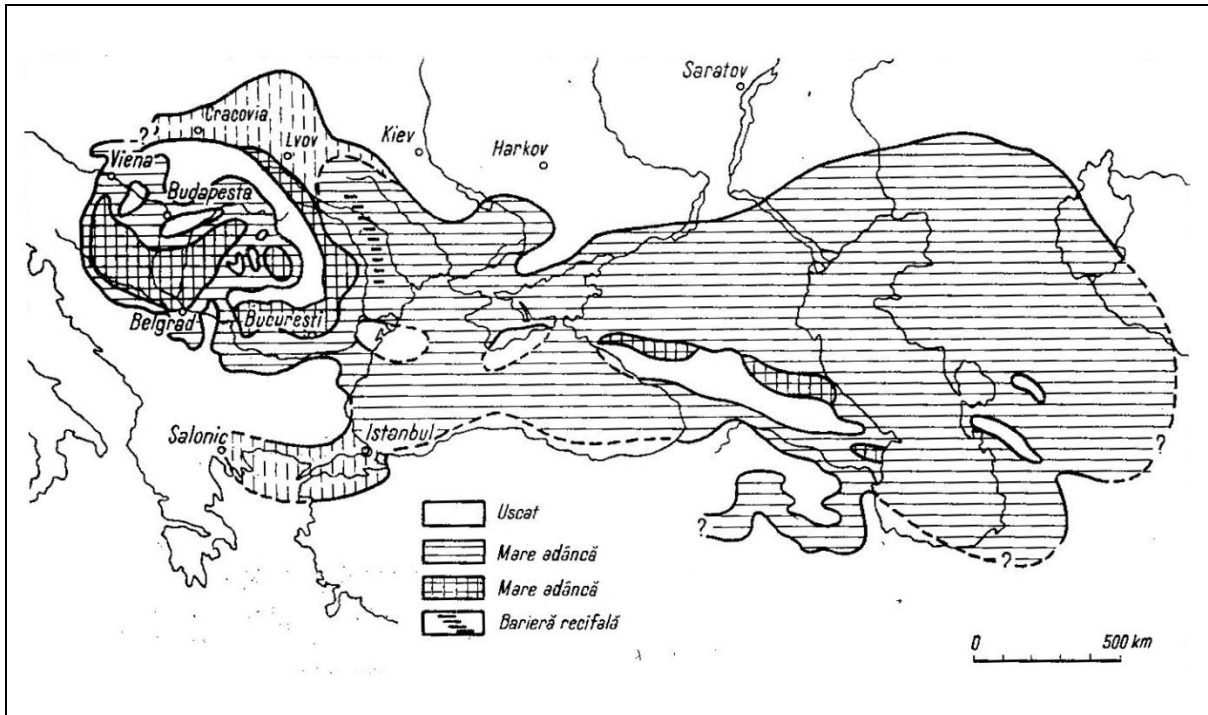


Fig. 4. Paleogeografia Paratethysului în Sarmațianul mediu (Basarabian, 11-9.5 milioane de ani) – etapă de maximă extindere a mării, când largi culoare de legătură au funcționat între bazinele componente (din Emilia Saulea, 1967).

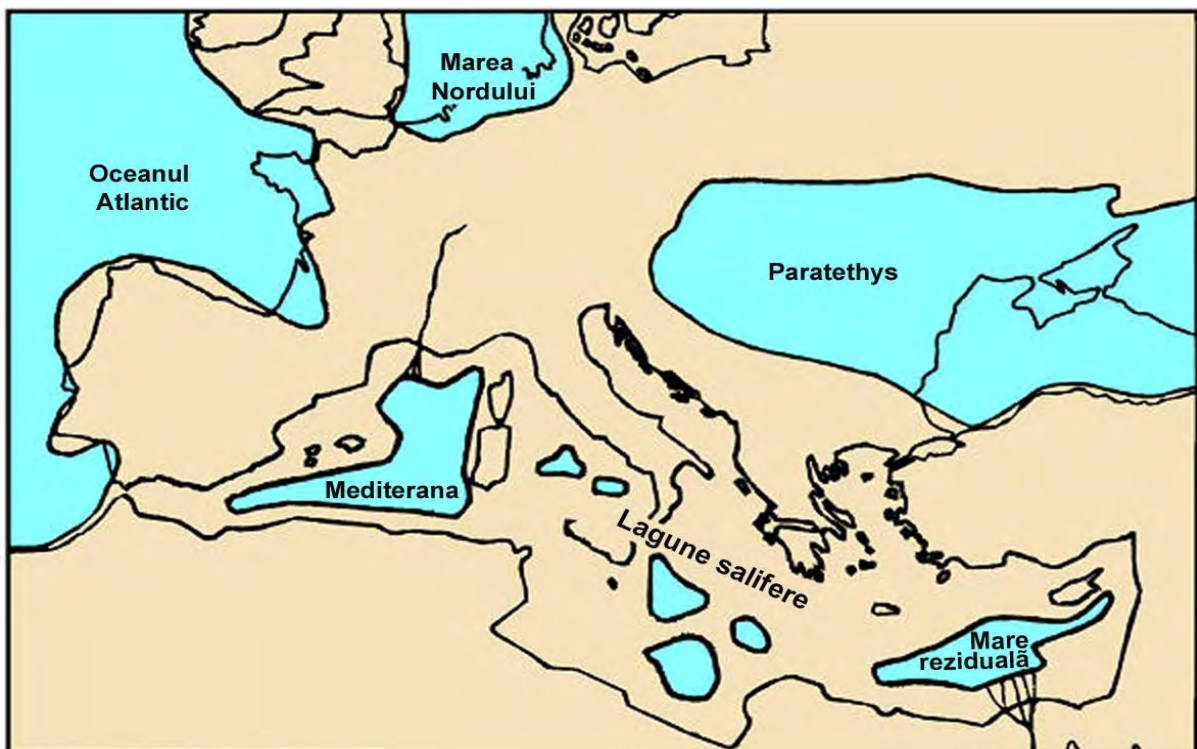


Fig. 5. Reprezentare schematică a configurației Europei de sud în decursul „crizei Messiniene” (7.2-5.3 milioane de ani), când cea mai mare parte a Mediteranei a secat (după o imagine din Wikipedia).

Toate aceste fluctuații, legături întrerupte și reluate, s-au produs pe fondul mișcărilor tectonice care au configurat actualul lanț alpin al Europei de sud. Efectele biologice și ecologice ale acestor mișcări s-au reflectat în componența faunelor din bazinele componente ale Paratethysului: în perioadele de avansare a mării, factorii de mediu, între care salinitatea are un rol principal, s-au generalizat în întregul bazin, determinând asemănări pregnante între faunele diferitelor sectoare; din contră, în momentele de retragere a mării, deosebirile faunistice sunt evidente.

Momentul celei mai extinse legături între bazinele din Paratethys a avut loc în Sarmatianul mediu (aprox. 11-9.5 milioane de ani), iar faunele comune de moluște și mici crustacee (ostracode) ilustrează acest eveniment.

Diferențierile ecologice dintre bazinele Paratethysului s-au accentuat în ultima parte a Miocenului și au continuat în decursul Pliocenului și al Pleistocenului timpuriu (5.3-0.7 milioane de ani), pe fondul accentuării mișcărilor de ridicare în lanțul carpatic. În bazinele vestice Panonic și Dacic salinitatea a scăzut continuu, bazinele și-au restrâns progresiv suprafața și s-au închis prin colmatare; mărturii ale lor sunt lacul Balaton și unele mici lacuri din lunca Dunării, în timp ce Marea Neagră, Marea Caspică și lacul Aral sunt continuatoarele bazinelor Pontic și Caspic.

Deosebirile dintre faunele Miocenului și Pliocenului, pe de o parte între Tethysul Occidental și Paratethys, pe de altă parte, între bazinele din Paratethys, fac dificilă corelarea depozitelor și implicit a evenimentelor. Aceste deosebiri au impus elaborarea pentru aceste perioade a unor scări stratigrafice pentru fiecare bazin în parte, ale căror etaje pot fi echivalate prin vârstele radiometrice (Fig. 6).

Conform regulilor internaționale, pe care le-am arătat mai sus, fiecare dintre etajele acestor scări regionale are un *stratotip* – un loc anume unde se consideră că intervalul corespunzător de timp este cel mai bine reprezentat.

MILIOANE ANI	EPOCI	TETHYS	PARATETHYS			
			BAZINUL PANONIC	BAZINUL DACIC	BAZINUL EUXINIC	BAZINUL CASPIC
1.0	PLEISTOCEN	IONIAN	TORINGIAN	ARGEDAVIAN	TAMANIAN	APSERONIAN
		CALABRIAN	BIHARIAN		ODESSAN	
2.0	PLEISTOCEN		CALABRIAN	VILANYAN	ROMANIAN	KHAPROVIAN
		PIACENTIAN				
3.0	PLIOCEN	ZANCLEAN	RUSCINIAN	DACIAN	MOLDAVIAN	KIMMERIAN
4.0	PLIOCEN	ZANCLEAN	RUSCINIAN	DACIAN	MOLDAVIAN	KIMMERIAN
5.0	PLIOCEN	ZANCLEAN	RUSCINIAN	DACIAN	MOLDAVIAN	KIMMERIAN
6.0	MIOCEN	MESSINIAN	PONTIAN	PONTIAN	PONTIAN	PONTIAN

Fig. 6. Schemă de echivalare stratigrafică a depozitelor formate în ultimele cinci milioane de ani în bazinele Paratethysului (sinteză de date ale mai multor autori, citați în referințele de la sfârșitul articolului).

Cele două etaje ale Pliocenului din Bazinul Dacic – **Dacianul** și **Romanianul** – își au ariile stratotipice din partea de sud a României. Stabilirea lor are o istorie de peste 130 de ani, începută de Grigore Cobălcescu (1831-1892), primul profesor de geologie de la Universitatea din Iași, care este și autor al primei lucrări geologice în limba română („Calcarul de la Răpidea”, 1862) (Fig. 7). În urma cercetărilor din regiunea buzoiană Pârscov, Cobălcescu a separat în cadrul depozitelor argiloase și nisipoase, de culoare predominant cenușie și cenușiu-gălbuie, între care apar intercalate strate subțiri de cărbune, două diviziuni: *stratele*

cu *Psilodon*, la partea inferioară și *stratele cu Unio*, la partea superioară. *Psilodon* este denumirea veche a unor bivalve (scoici) din familia cardiaceelor („cu formă de inimă”), genul *Prosodacna* (Fig. 8).



Fig. 7. Profesorul Grigore Cobălcescu (1831-1892), precursor al cercetărilor asupra stratigrafiei Pliocenului din România.



Fig. 8. *Prosodacna (Psilodon) murgeanui* – una dintre speciile de bivalve cardiide caracteristice Dacianului. Cochilia în vedere externă și internă (din *Papaiianopol et al., 1995*).

Deși această schemă primară de orizontare stratigrafică, în care, în accepțiunea modernă, stratele cu *Psilodon* aparțin Dacianului, iar cele cu *Unio* Romanianului, a fost detaliată prin cercetările multor autori în regiunea văii Buzăului, limitele etajelor fiind bine precizate pe baza conținutului fosilifer, schema primară redă caracteristica ecologică principală a mediilor de viață corespunzătoare celor două vârste:

Dacianul – perioada în care salinitatea apelor bazinului a fost de tip salmastru (8-10 mg NaCl/l);

Romanianul – perioada în care salinitatea a scăzut, sub 5 mg. NaCl/l, pe fondul reducerii suprafeței bazinului, care a premers închiderea sa. Și în prezent, faunele de moluște din zonele litorale ale Mării Negre și din lacurile învecinate au drept caracteristice cardiaceele pentru mediile salmastre, respectiv, unionalele pentru cele dulcicole (Fig. 9 a-h).

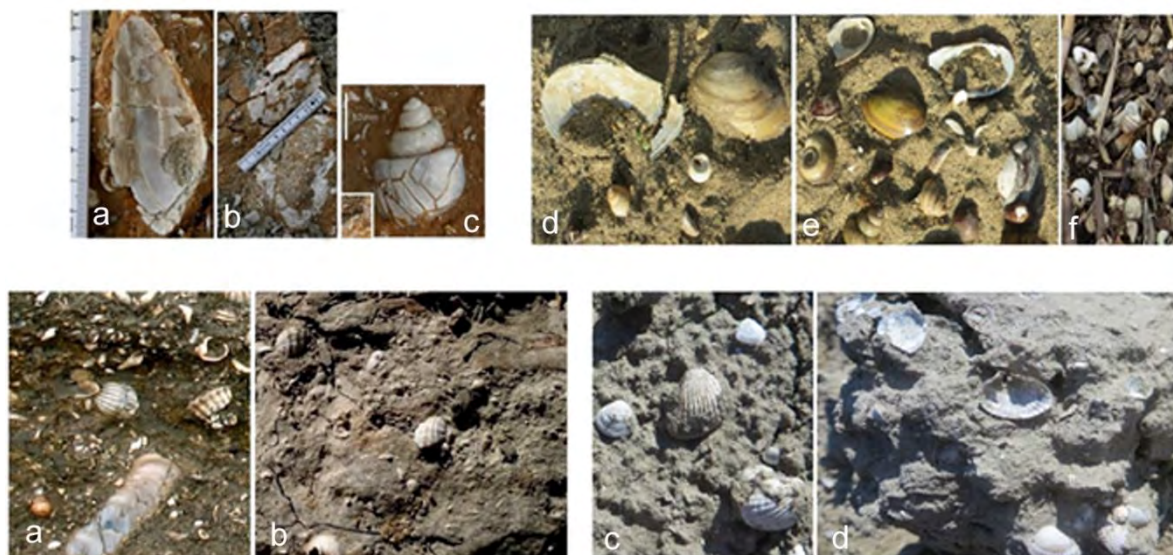


Fig. 9. Fauna de moluște ale Dacianului și ale Romanianului era asemănătoare cu cea din prezent din lacurile din jurul Mării Negre, reflectând condiții similare de salinitate a apelor.

Rândul de jos: (a, b) Bivalve cardiacee din stratotipul Dacianului de la Dogari (Buzău); (c, d) Specii de cardiacee actuale din zona Vadu, din apropierea litoralului și a sistemului lagunar Razim-Sinoc.

Rândul de sus: (a, b) Moluștele de apă dulce *Unio* și *Viviparus*; (c) din Romanianul de la Scheiu (Buzău); (d, e, f) Speciile de *Unio* și *Viviparus* sunt comune în lacurile din jurul Dunării.

Prin cercetările geologilor de la Institutul Geologic din București – Ion Andreescu, Ioan Papaianopol, Florian Marinescu – și de la Universitatea din București – profesoarele Elisabeta Hanganu și Ioana Pană – a fost stabilită locația stratotipului Dacianului pe valea Slănicului de Buzău, pe teritoriul satului Dogari, comuna Beceni (județul Buzău). Compoziția litologică a celor două etaje este formată din roci friabile, argile și nisipuri cu granulație variabilă, care se succed aproape continuu pe cca 5 km de-a lungul văii Slănicului.

În privința ariei stratotipice a Romanianului, două regiuni concură în stabilirea acestuia: valea Slănicului de Buzău, în zona satului Niculești și regiunea Olteniei, cu o serie de localități, la nord și sud de Craiova, fiecare cu relevanță pentru un anumit episod din istoria celor aproape două milioane de ani ai acestui etaj, în care au avut loc importante fluctuații climatice legate de glaciațiunile cuaternare și ridicări în lanțul carpatic.

Restrângerea treptată a bazinului Dacic petrecută în Romanian a determinat extinderea ariilor de uscat în detrimentul celor ocupate de apă, ceea ce face ca mamiferele, ca indicator biostratigrafic al suprafețelor de uscat, să concureze cu moluștele și ostracodele, caracteristice mediului acvatic, în stabilirea stratigrafiei acestui etaj.

Denumirea de *Romanian* a fost introdusă în 1932 de cercetătorul austriac Karl Krejci-Graf, care, în urma cercetărilor din cuprinsul bazinului Dacic, a arătat că termenul de *Levantin*, introdus în 1870 de geologul german Hochstetter, pentru depozitele cu faună de apă dulce de la sfârșitul Neogenului din Turcia, este ambiguu, redând doar aspecte ale mediului acvatic și nu complexitatea ecologică a intervalului, în care ariile de uscat au fost răspândite. Totuși, denumirea de *Levantin* a continuat a fi folosită în literatura geologică încă mulți ani, de abia după 1971 fiind înlocuită cu cea de *Romanian*, rezultat al cercetărilor geologilor de la Institutul Geologic, între care Emil Liteanu, Constantin Ghenea, Nicolae Mihăilă, Ion Andreescu, coroborate cu cele ale cercetătorilor în domeniul mamiferelor: Constantin Rădulescu, Petre Samson, Mircea Feru.

Îndemn la cunoașterea Geologiei

Complexa problematică a corelării regiunilor apropiate, așa cum sunt cele din cuprinsul fostului bazin Paratethys, a fost abordată de cercetătorii români, geologi și geofizicieni, în colaborare cu specialiști din țările învecinate: Ungaria, Serbia, Bulgaria, Ucraina. Pe lângă cercetările geologice, paleontologice și analizele de datare radiometrică, despre care am vorbit, au fost desfășurate analize magneto-stratigrafice, cu rol important în certificarea vârstelor absolute.

Interesul deosebit pentru stabilirea cronologiei și echivalării stratigrafice între depozite de aceeași vârstă, dar cu caracteristici litologice și paleontologice deosebite, este legat, pe de o parte, de importante resurse economice conținute în aceste depozite (petrol, gaze, cărbune, ape minerale), pe de altă parte, de evenimentele deosebite ale acestei perioade: fluctuații climatice, care au premers glaciațiunilor cuaternare, mișcările neotectonice de ridicare în cadrul lanțului carpato-balcanic, care au activat procesele de eroziune în urma cărora bazinele Panonic și Dacic au fost colmatate.

Prin cercetările lor, nu numai în domeniile discutate, dar și în cele ale evoluției tectonice a Europei, ale formării zăcămintelor de cărbuni și metale – pentru a da doar câteva exemple –, geologii și geofizicienii români au dobândit o înaltă apreciere internațională, relevantă prin alegerea lor în conducere a unor comisii de lucru, în președinția unor manifestări științifice internaționale. Am fost în campanii de teren alături de unii dintre acești cercetători, am cunoscut, pot spune, din interior, efervescența cercetărilor în căutarea răspunsurilor și asta mi-a luminat parcursul în profesie.

Constat acum, cu regret, scăderea prezenței geologilor români în dezbaterile științifice internaționale și îi caut cauzele. Una principală este că instituțiile de cercetare geologică și-au restrâns mult activitatea, unele au dispărut, companii mixte sau străine le-au luat locul, consecința imediată fiind scăderea numărului studenților geologi și geofizicieni în universitățile din România, iar dintre cei care absolvă, unii părăsesc țara, negăsind oferte în profesie, sau abandonează Geologia înainte de a o începe, găsind refugiul în IT sau în alte domenii.

Nu este locul aici nici pentru lamentări, nici pentru a sugera soluții ca Geologia României, prima țară din Europa din care s-a extras petrol și ai cărei profesori i-au învățat pe alții cum se acumulează petrolul, să nu intre în uitare. Este însă locul de a îndemna, pe cei tineri, în primul rând, să viziteze locurile pitorești ale țării, declarate rezervații ale naturii geologice, pe care le pot afla cu ușurință pe site-ul de prezentare al fiecărui județ din România. Cred că, după asemenea vizite, unii vor dori să știe mai mult, iar citind, vor intra pe nesimțite în subsolurile luminate de făclia științei, descoperind valențele culturale ale Geologiei, pe lângă cele economice, bine cunoscute. Și vor înțelege, poate, și de ce și „natura neînsuflețită”, așa cum i se mai spune Geologiei, trebuie protejată.

Mulțumiri: Autorii mulțumesc domnului inginer geolog Ioan Scutelnicu pentru ajutorul oferit la machetarea figurilor și domnului profesor Marius Skolka pentru imaginile cu moluște actuale, incluse în Fig. 9.

Bibliografie

- Andreescu I., Codrea V., Enache C., Lubenescu. V., Munteanu T., Petculescu A., Știucă E., Terzea E., 2011. *Reassessment of the Pliocene/Pleistocene boundary in the Dacian Basin (Eastern Paratethys), Romania*. Muzeul Olteniei Craiova. Studii și Comunicări. Științele naturii, Tom 1: 197-220. <https://www.researchgate.net/publication/290439033>, consultat în 20.10.2020.
- Cobălcescu G., 1883. *Studii geologice și paleontologice asupra unor terâmpuri terțiare din unele părți ale României*. Memorii geologice ale Școlii Militare din Iași, România: 1-161.
- Grigorescu D., 2003. *Stratigrafie și Geologie istorică*. Partea I-a Stratigrafie. Editura Ars Docendi, București.

- Krejci Graf, K., 1932. *Parallelisierung des sudosteuropäische Pliozäns*. Geol. Rundschau, 23(6): 300-339.
- Jipa D.C., Olariu C., 2009. *Dacian Basin. Depositional architecture and sedimentary history of a Paratethys sea*. Geo-Eco-Marina Special Publ., 3.
- Macalet R., Brustur T., Jipa D., Briceag A., Stănescu I., 2016. *Pliocene Stage Stratotypes in the Buzău Land Geopark (Romania)*. International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM, Albena, vol. 1 (1): 483-490.
- Melinte-Dobrinescu Mihaela Carmen, Brustur T., Jipa D., Macalet R., Ion G., Ion E., Popa A., Briceag A., 2016. *The Geological and Palaeontological Heritage of the Buzău Land Geopark (Carpathians, Romania)*, Geoheritage, 9: 225-236.
- Papaianopol I., Marinescu Fl., Macalet R., 1995. *Le stratotype du Dacien de Beceni (la vallée de Slănicul de Buzău)* în Papaianopol I. & Marinescu Fl. (Eds.) Chronostratigraphie und Neostratotypen. Neogen der Zentralen Paratethys, Bd. IX, Pliozän P₁ Dacien: 103-106, Editura Academiei Române, București.
- Saulea E., 1967. *Geologie istorică*. Editura Didactică și Pedagogică, București.

