

PALEOGEOGRAFIA BAZINULUI DACIC ÎN TIMPUL PONȚIANULUI

CAMELIA CAZACU

INCD GEOECOMAR, Str. D. Onciul, nr. 23-25, 024053 Bucuresti, Sect. 2
camelia.cazacu@geoecomar.ro

Abstract. Formarea Bazinului Dacic a început din timpul Badenianului, însă acesta și-a definit bine limitele în partea superioară a Sarmațianului mediu. În cursul evoluției sale, Bazinul Dacic a trecut prin trei faze paleogeografice: de mare deschisă, ce comunica cu Bazinul Euxinic, de mare semi-închisă, comunicând cu Bazinul Euxinic printr-un culoar îngust și de arie de sedimentare continentală (fluviatilă). Această lucrare urmărește evoluția Bazinului Dacic în timpul Ponțianului, etaj parțial corespunzător Messinianului. Evoluția paleogeografică și interpretările corespunzătoare sunt făcute pe baza hărților paleogeografice: Saulea *et al.* (1969), Hamor *et al.* (1988), Marinescu & Papaianopol (1989), Popov *et al.* (2004).

Cuvinte cheie. Bazinul Dacic, paleogeografie, Ponțian, bazin euxinic

INTRODUCERE

Bazinul Dacic se extinde din sudul Carpaților Meridionali și Orientali (zona de curbură) până la nord de spațiul prebalcanic. Limita estică este reprezentată de Dobrogea, iar cea vestică de îmbinarea lanțurilor muntoase carpatice și balcanice (fig. 1). În unele perioade Bazinul Dacic s-a extins peste Dunăre în partea extrem nordică a Bulgariei.

Din punct de vedere regional, Bazinul Dacic aparține domeniului Paratethys, aflându-se în partea centrală a acestuia, între Bazinul Euxinic în est și Bazinul Panonic în vest. Paratethysul cuprinde trei diviziuni areale importante, dar proporționate în ceea ce privește suprafața pe care o înglobează fiecare (Jipa, 2006a). Paratethysul de vest include Bazinul Rhonului, de dimensiuni reduse (din zona Alpilor), care a fost colmatat în Badenian. Bazinul Panonic face parte din Paratethysul central, iar Bazinele Caspic, Euxinic și Dacic constituie Paratethysul oriental. Spațiul de la interiorul Carpaților, în cadrul căruia s-a conturat Bazinul Dacic a făcut parte din Paratethysul central până în Badenian.

FORMAREA BAZINULUI DACIC

Bazinul Dacic a început să prindă contur încă din timpul Badenianului, însă și-a definit bine limitele în partea superioară a Sarmațianului mediu. Înainte de Sarmațianul mediu,



Fig. 1 Localizarea Bazinului Dacic în prezent

spațiul în care urma să apară Bazinul Dacic făcea parte din avantfosa carpatică. În cursul evoluției sale paleogeografice, Bazinul Dacic a trecut prin trei faze paleogeografice.

Acestea au fost descrise de Jipa (2006b) pe baza hărților și atlaselor paleogeografice existente până în prezent (fig. 2):

(1) În ultima parte a Sarmațianului mediu și în Sarmațianul superior, Bazinul Dacic s-a conturat în aria Paratethysului Oriental cu caracterele unei mări deschise (Sarmațian superior), comunicând larg cu Bazinul Euxinic.

(2) În timpul Meotianului s-au ridicat două arii continentale care au dus la conturarea mai strânsă a Bazinului Dacic. Spre sud s-a ridicat o masă continentală care a reunit Moesia și Dobrogea, în timp ce spre nord s-a extins aria continentală a ridicărilor volhinică și ucrainiană. Astfel, s-a restrâns comunicarea cu Bazinul Euxinic, iar Bazinul Dacic a devenit o arie acvatică semi-închisă. Comunicarea cu Bazinul Euxinic se făcea printr-un culoar situat la nord de actuala locație a orașului Galați. O situație paleogeografică similară a existat și în timpul Ponțianului. Caracterul de bazin acvatic dominant salmastru al ariei dacice a persistat până în Dacianul inferior.

(3) Începând cu Dacianul mediu, Bazinul Dacic a devenit o arie de sedimentare dominant fluvială. În contrast cu acesta, Bazinul Euxinic apare ca o arie marină – salmastră, separarea dintre cele două fiind netă din punct de vedere al proceselor de sedimentare.

Din punct de vedere cronostratigrafic, Ponțianul reprezintă partea terminală a Miocenului și corespunde parțial Messinianului din Bazinul Mediteranean (fig. 2). La nivelul Messinianului, în Bazinul Mediteranean a avut loc o scădere bruscă a nivelului mării, corespunzătoare Crizei de Salinitate Messiniană. Această schimbare a afectat și bazinele învecinate cu Bazinul Mediteranean. Pe baza imaginilor paleogeografice conturate la nivelul Ponțianului, putem urmări influențele Crizei de Salinitate Messiniană în Bazinul Dacic.

PALEOGEOGRAFIA BAZINULUI DACIC ÎN TIMPUL PONȚIANULUI

Paleogeografia Bazinului Dacic în diversele sale etape de dezvoltare este reprezentată în mai multe studii paleogeografice, de către diferiți autori (fig. 3).

Pentru a urmări evoluția paleogeografică a Bazinului Dacic la nivelul Ponțianului am utilizat hărți și atlase paleogeografice întocmite de Saulea *et al.* (1969), Hamor *et al.* (1988), Marinescu & Papaianopol (1989) și Popov *et al.* (2004). Hărțile acoperă intervale de timp sincrone sau apropiate (fig. 3) și astfel au putut fi identificate asemănări și deosebiri între imaginile paleogeografice realizate de acești autori.

HĂRȚILE PALEOGEOGRAFICE REALIZATE DE SAULEA ET AL. (1969)

Emilia Saulea, Ileana Popescu și Jana Săndulescu realizează în 1969 un Atlas litofacial al României la nivelul Neogenului. Acesta cuprinde hărți la scara 1:2 000 000 ce conțin informații

paleogeografice, litofaciale, biostratigrafice și de paleomedii. Toate hărțile cuprind izopahite, fiind singurele informații de acest tip pentru Bazinul Dacic. Liniile de egală grosime au fost trasate pe baza informațiilor provenite din aflorimente și din date de foraj (80-90 foraje). Colectivul, îndrumat de Emilia Saulea, realizează două hărți pentru Ponțian: prima pentru Ponțianul inferior, corespunzător unei faze transgresive și cea de-a doua pentru Ponțianul superior, împreună cu Dacianul, în acest timp Bazinul Dacic aflându-se într-o fază regresivă (fig. 4). Unitățile stratigrafice au fost delimitate pe baza faunei fosile. Astfel, au fost corelate regiunile intracarpatică cu cele extracarpatică, dar și cu regiuni din afara teritoriului României. Datele de salinitate au evidențiat pe baza asociațiilor faunistice întâlnite.

Conform informațiilor oferite de Saulea *et al.* (1969), în timpul Ponțianului inferior, Bazinul Dacic a fost într-o fază transgresivă, mai accentuată spre foreland. Pe marginea carpatică, bazinul are o ușoară extindere în extremitatea sa occidentală și pe sectorul dintre văile Argeș și Dâmbovița. Ponțianul inferior se caracterizează printr-o uniformitate a litofaciesului: marne argiloase, compacte sau stratificate și marne nisipoase. În partea nordică a bazinului, marnele argiloase alternează cu pachete de nisipuri, pe alocuri chiar grosiere și cu pietriș mărunț. Tot pe marginea carpatică, local, apar cărbuni, cu o dezvoltare mai mare în golful Câmpulung (Berevoiești-Jugur). Comunicarea cu Bazinul Euxinic se făcea pe o zonă largă, situată la N de Orogenul Nord-Dobrogean (culoarul Galați). Comunicarea cu Bazinul Panonic era limitată doar la cursului paleo-Dunăii care străbătea transversal catena carpatică. Autoarele consideră că, deși Bazinul Dacic a avut legături cu bazinele alăturate, în interiorul său circulația apelor a fost redusă, fapt indicat de culoarea cenușiu-albăstruie a acestor depozite și datorită prezenței cristalelor de pirită, fin diseminate în masa rocilor, aceasta trădând un regim euxinic destul de accentuat.

Saulea *et al.* (1969) tratează Ponțianul superior împreună cu Dacianul, deoarece litofaciesurile și paleogeografia formațiunilor întâlnite corespund unei faze regresive care a afectat Bazinul Dacic în acel interval. Astfel, autoarele consideră că în cea mai mare parte a Bazinului Dacic se acumulează marne argiloase și argile cenușii cu intercalații de nisipuri fine. Către marginile bazinului, caracterul general argilo-nisipos al depozitelor se păstrează; intervin doar slabe schimbări litologice. Pe marginea sudică a extremității occidentale a bazinului, între Jiu (Corabia) și Turnu Severin predomină argilele nisipoase cu intercalații slabe de cărbuni. Tot în extremitatea occidentală, pe marginea carpatică între Dunăre și valea Ialomiței, pe o fâșie îngustă, predomină nisipurile. Acestea sunt grosiere, cu frecvente lentile de pietrișuri fine. Cărbunii au o dezvoltare importantă în două sectoare ale părții interne a avanfosei: unul între Dunăre și Olteț, altul la vest de Dâmbovița până la extremitatea orientală a avanfosei. Între cele două sectoare se interpune golful Câmpulung unde faciesul cu cărbuni se instalase din Ponțianul inferior. Simultan cu dezvoltarea faciesului cu cărbuni, în sectorul de vest are loc o reducere a grosimii în-

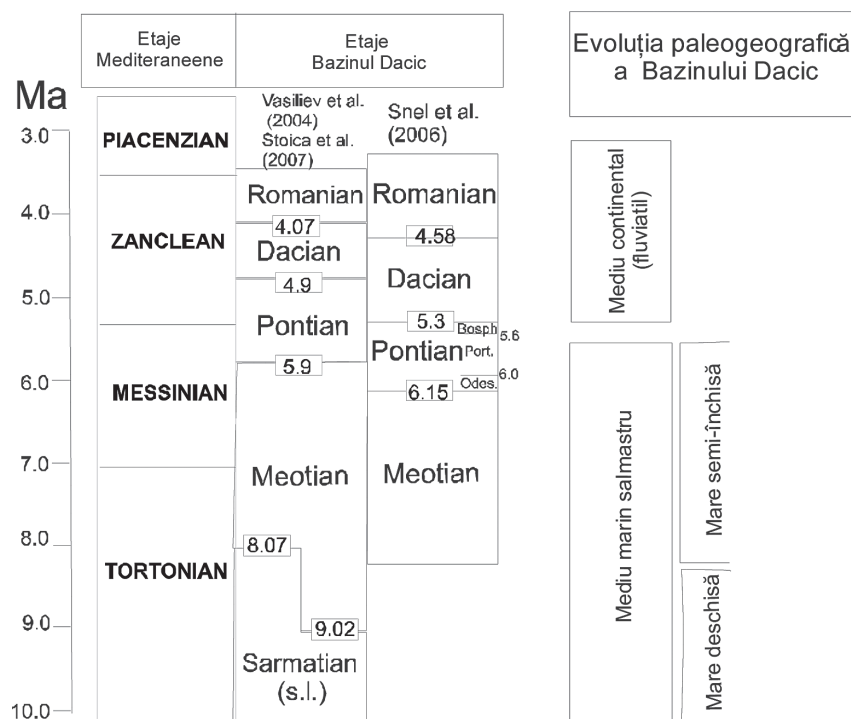


Fig. 2 Scara stratigrafică a Bazinului Dacic (după Vasiliev *et al.*, 2004, Stoica *et al.*, 2007 și Snel *et al.*, 2006) și principalele faze ale evoluției paleogeografice a Bazinului Dacic. Modificată după Jipa *et al.*, 2007

Etaje			Atlase/harti paleogeografice					
Standard	Bazinul Dacic	Bazinul Euxinic	SAULEA et al. (1969)	HAMOR et al. (1988)	ROGL (1988)	MARINESCU & PAPAIONOPOL (1989)	POPOV et al. (2004)	MEULENKAMP et al. (2005)
GELASIAN PIACENZIAN	ROMANIAN	APSCHERON KUIALNIKIAN		3,4 - 1,8 Ma			3,4 - 1,8 Ma	3,4 - 1,8 Ma
ZANCLEAN	DACIAN	KIMMERIAN						
MESSINIAN	PONTIAN	PONTIAN		6,5 - 5,8 Ma			6,1 - 5,7 Ma	
TORTONIAN	MEOTIAN	MEOTIAN		9.0-8.5 Ma			8.5 - 7.0 Ma	8.4-7.2 Ma
SERRAVALLIAN	SARMATIAN s.l.	SARMATIAN s.l.			13-12.2 Ma		12 -11 Ma	
	BADENIAN	KONKIAN KARAGANIAN TCHOKRAKIAN		15-13.6 Ma	14 -13 Ma 15-14 Ma		14 -13 Ma	
LANGHIAN		TARKHANIAN			16.4-15 Ma		16 - 15 Ma	16 - 15 Ma

Fig. 3 Hărțile paleogeografice disponibile pentru cercetarea evoluției Bazinului Dacic. Scara stratigrafică după Rogl (1996) și Marinescu (manuscris)

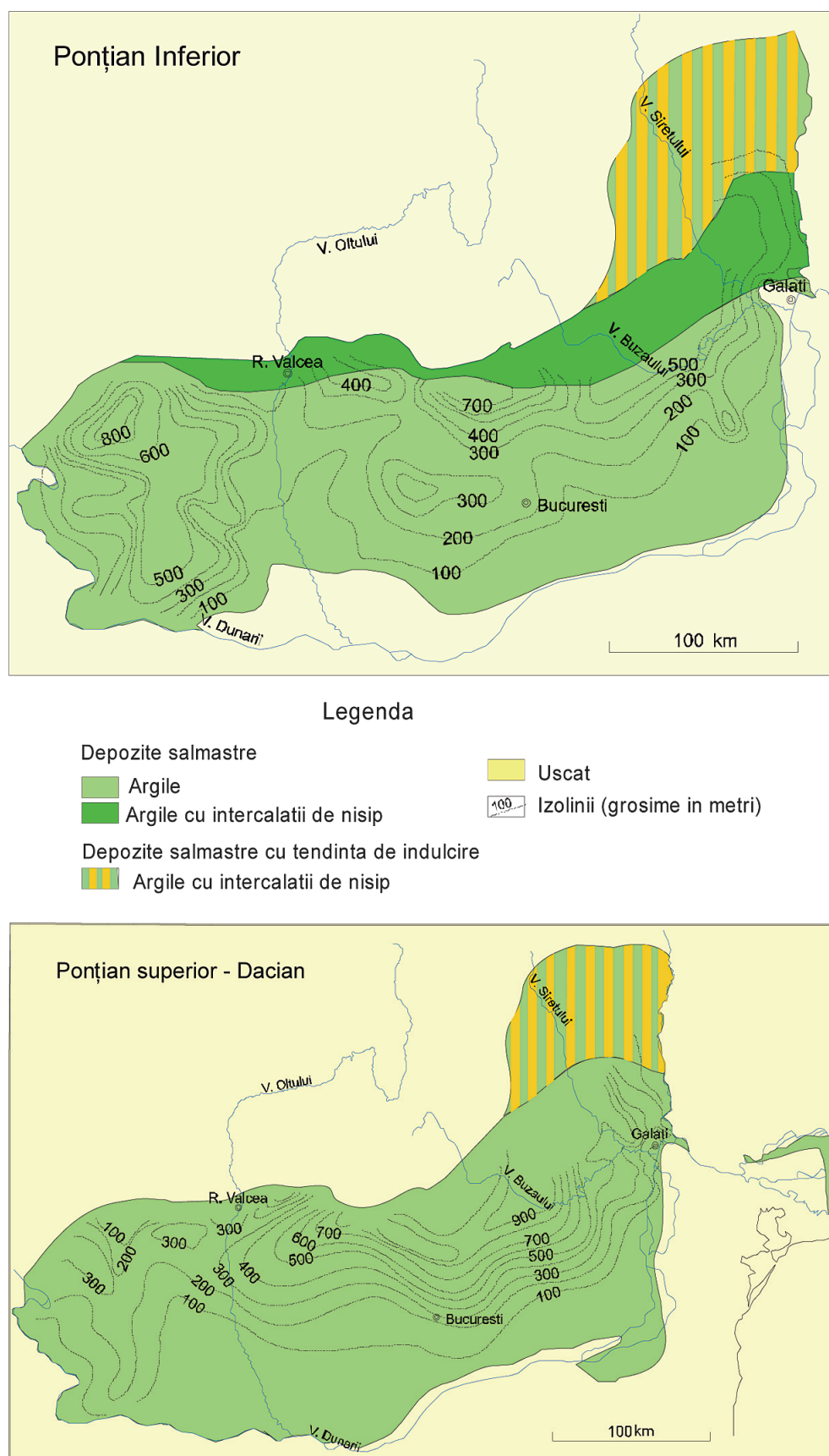


Fig. 4 Harta paleogeografică a Bazinului Dacic în timpul Pontianului inferior și în timpul Pontianului Superior – Dacian. După Saulea *et al.*, 1969

tregii formațiuni pontian-daciene. În schimb, în sectorul de est are loc o creștere a grosimilor. Se conturează astfel o zonă de subsidență accentuată, până la valea Argeșului, situată în prelungirea fosei de la curbură.

HARTA PALEO GEOGRAFICĂ REALIZATĂ DE HAMOR ET AL. (1988)

Atlasul Paleogeografic al Europei Centrale și de Est, realizat de Hamor et al. (1988), a fost prima imagine paleogeografică de mare extindere. Hărțile au fost redactate la scara 1:3.000.000. Harta paleogeografică a Pontianului din România a fost editată de către Florian Marinescu și acoperă intervalul cuprins între 6.5 – 5.8 Ma. Această hartă include și date punctuale asupra grosimii sedimentelor, oferind o imagine generală asupra distribuției sedimentelor (fig. 5). În Bazinul Dacic predomină un mediu salmastru, cu depuneri argiloase și nisipoase. În partea nord-vestică a bazinului, pe marginea carpatică, mediul de sedimentare este deltaic, cu depuneri nisipoase și argiloase, și apar cărbuni. Spre sudul Bazinului Dacic grosimile sunt reduse, până la 100 m, în timp ce spre centru și spre nord ajung până la 800 m.

Pe hartă (Fig. 5) se poate observa contrastul litologic și de grosime al sedimentelor la limita dintre Bazinul Dacic și Bazinul Euxinic. Acest contrast indică absența schimbului de sedimente dintre cele două bazine învecinate. Spre deosebire de Bazinul Dacic, cu depuneri argiloase și nisipoase, în Bazinul Euxinic apar alternanțe de calcare, nisipuri și gresii. Un contrast mare se observă în ceea ce privește grosimile sedimentelor. La limita dintre cele două, Bazinul Dacic atinge grosimi de 500 m, sedimentele având aria sursă în zona carpatică, în timp ce Bazinul Euxinic abia atinge 95 m.

HĂRȚILE PALEO GEOGRAFICE REALIZATE DE MARINESCU & PAPAIANOPOL (1989)

Aceste hărți au fost publicate în lucrarea "Cronostratigrafie și Neostratotipuri", în volumul dedicat Pontianului. Marinescu & Papaianopol (1989) realizează hărți paleogeografice corespunzătoare celor trei subetaje ale Pontianului: Odessian (Pontian inferior), Portaferrian (Pontian mediu) și Bosporian (Pontian superior) (fig.6), etajele fiind separate pe baza informațiilor paleontologice.

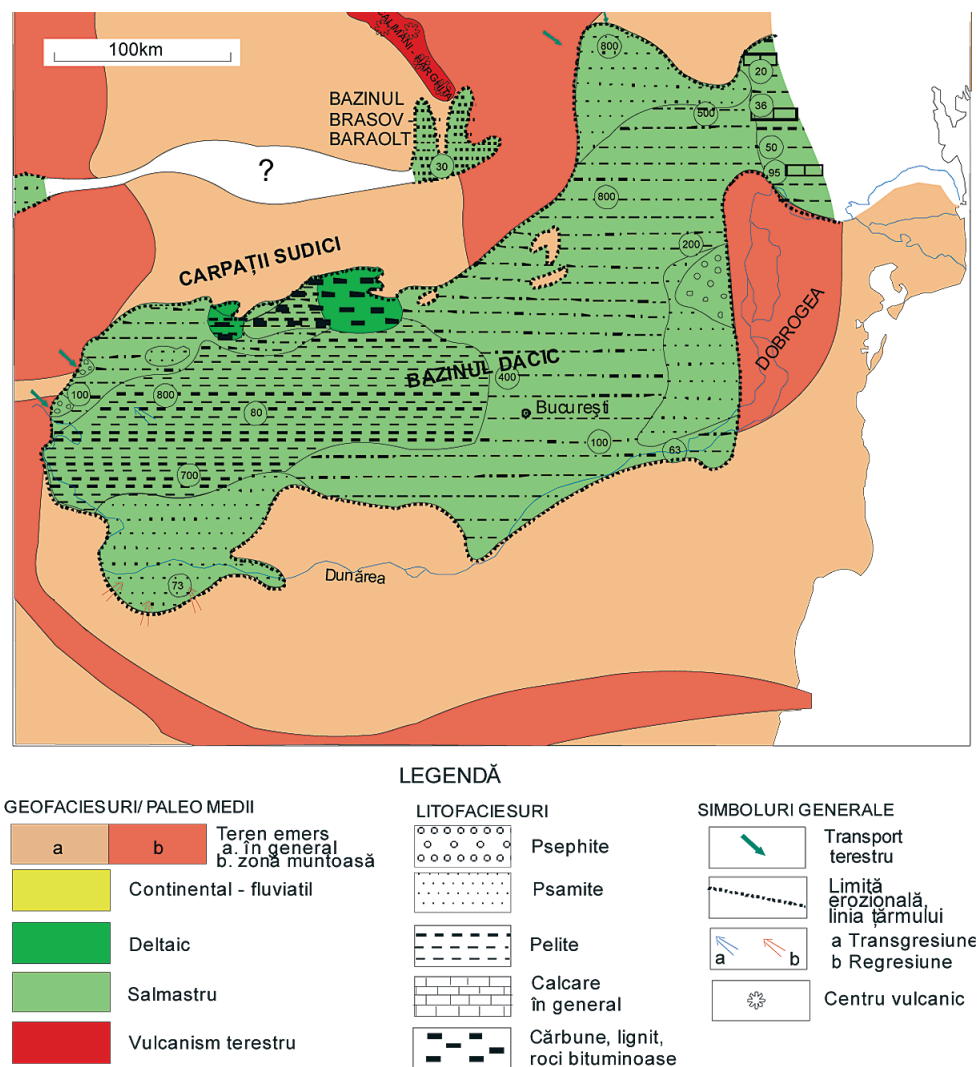


Fig. 5 Harta paleogeografică a Bazinului Dacic în timpul Pontianului (după Hamor, 1988)

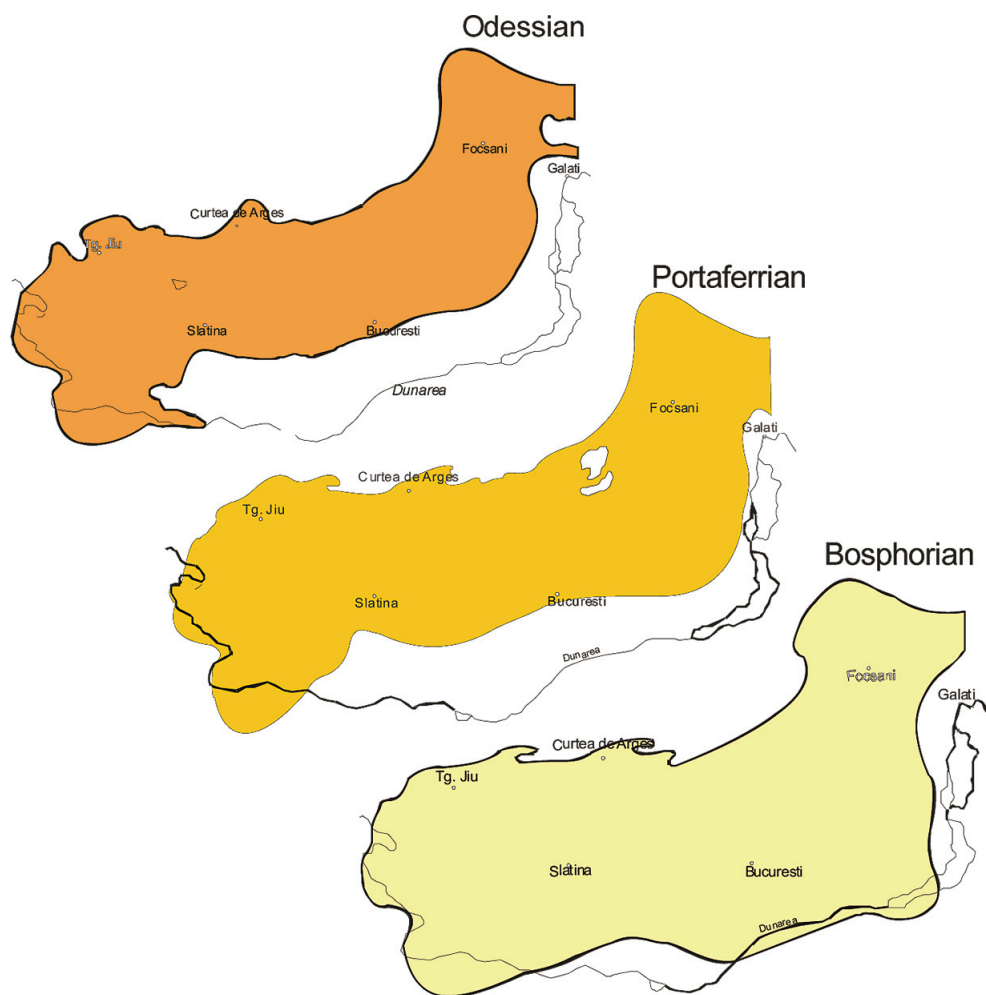


Fig. 6 Harta paleogeografică a Bazinului Dacic în timpul celor trei subetaje ale Pontianului. (după Marinescu & Papaianopol, 1989)

După Marinescu & Papaianopol (1989), depozitele pontiene din Bazinul Dacic ocupă arii foarte mari, cu o variație litofacială mare și un conținut paleontologic bogat și variat. Depozitele Pontianului inferior sunt în continuitate de sedimentare peste cele ale Meotianului superior, excepție făcând sectorul cuprins între Argeșul și Râul Târgului, sunt transgresive peste formațiunile Miocenului Inferior. Din punct de vedere litofacial, autorii descriu Pontianul inferior ca fiind alcătuit dintr-o alternanță de argile, gresii și nisipuri, silturi. În Pontianul mediu sunt menționate alternanțe de gresii, argile și silturi, cu un litofacies mai grosier spre Dobrogea și acumulări de cărbuni în NV, spre aria carpatică. La sfârșitul Pontianului mediu s-au închis legăturile cu Bazinul Panonic, în timp ce evoluția bazinului se îndreaptă spre o colmatare rapidă. Pontianul superior este caracterizat de un litofacies mai nisipos, cu argile în SE și NE, și cu silturi în partea vestică a bazinului. Spre limita cu Bazinul Euxinic apar marne, iar în NV-ul Bazinului Dacic (între Jiu și Argeș) cărbuni. Bazinul Dacic prezintă caractere transgresive în timpul celor trei subetaje ale Pontianului. În timpul Bosphorianului (Pontianul superior) bazinul a avut cea mai mare extindere areală (fig. 6).

HARTA PALEO GEOGRAFICĂ REALIZATĂ DE POPOV ET AL. (2004)

Cea mai recentă hartă paleogeografică a Bazinului Dacic este realizată de Khondkarian *et al.*, și este inclusă în Atlasul Paratethysului compilat de Popov *et al.* (2004). Popov *et al.* (2004) tratează problemele la scară foarte mare, hărțile fiind redactate la scara 1 : 7 500 000. Autorii au folosit ca sursă a datelor o serie întreagă de materiale publicate și nepublicate (27 de citări), printre care și atlasul redactat de Hamor *et al.* (1988), așa cum se observă și din distribuția litofaciesurilor, dar și datele de grosime a sedimentelor, în special la limita cu Bazinul Euxinic. Harta paleogeografică compilată de Khondkarian *et al.* prezintă Bazinul Dacic din punct de vedere litologic și paleogeografic la nivelul Pontianului (6.1 – 5.7 Ma) (fig. 7). De asemenea, sunt cuprinse și date punctuale despre grosimile sedimentelor, cu valoare informativă. Pe baza unor informații de paleomagnetism, nanofosile calcaroase și faună Pontiană, autorii au corelat Pontianul cu partea superioară a Messinianului și respectiv cu Criza de Salinitate Messiniană.

Popov *et al.* (2004, 2006) afirmă faptul că extinderea maximă a bazinului a avut loc în timpul Pontianului inferior, cu depuneri nisipoase pe marginile bazinului și depuneri ar-

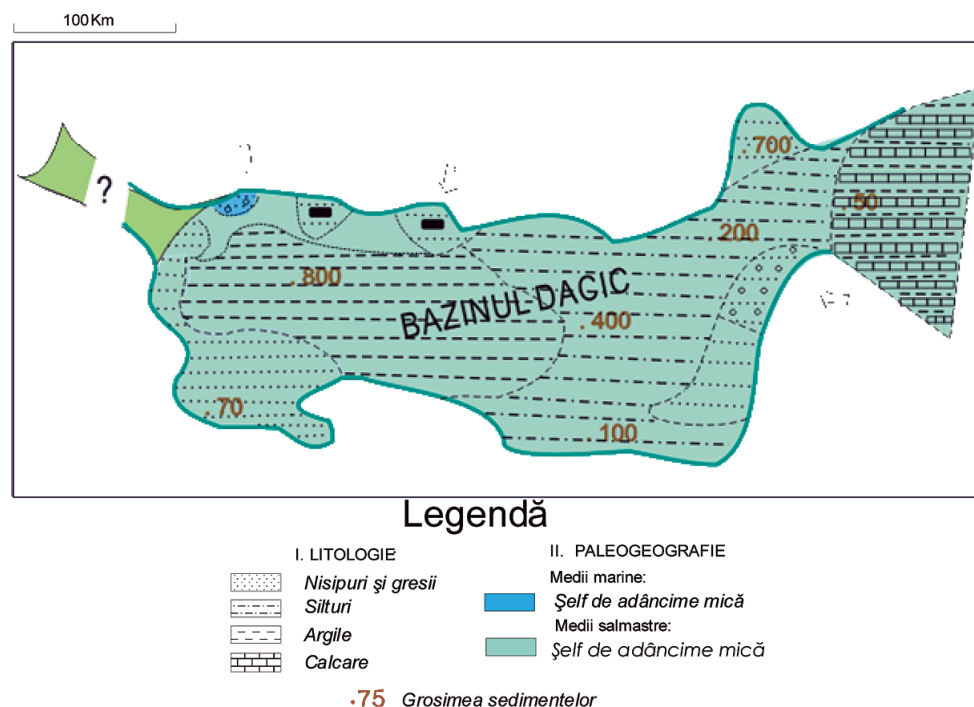


Fig. 7 Harta paleogeografică a Bazinului Dacic în timpul Pontianului inferior (6.1-5.7 Ma). Simplificată după Khondkarian *et al.* (În Popov *et al.*, 2004)

giloase în zonele mai adânci. În partea nordică a bazinului se întâlnesc depuneri carbunoase. La începutul Pontianului Superior (Portaferrian după Popov *et al.*, 2004, 2006) a avut loc o regresie puternică.

Așa cum se observă pe hartă, mediul depozitional a fost acvatic, sedimentarea făcându-se pe un șelf de mică adâncime. Pe baza litofaciesurilor și a datelor de grosime a sedimentelor se poate pune în evidență limita dintre Bazinul Dacic și Bazinul Euxinic, ca și pe harta realizată de Hamor *et al.* (1988), însă cu mai puține informații privind distribuția grosimilor. Bazinul Dacic este caracterizat de depozite siltice cu grosimi de 200 m, în timp ce Bazinul Euxinic este caracterizat de calcare și argile, cu grosimi reduse (10-20 m). În partea sudică a Bazinului Dacic grosimile sunt reduse (70-100 m) în timp ce spre nord sedimentele ajung până la 700-800 m grosime. Sunt indicate ariile sursă ce au alimentat sedimentarea în timpul Pontianului: Dobrogea și Carpații Meridionali, însă acestea nu sunt confirmate prin distribuția grosimilor sedimentelor. Salinitatea bazinului a fost stabilită pe baza faunei salmastre în jurul valorii de 5-8 ‰ în Paratethysul Oriental.

DISCUȚII

Existența celor patru seturi de date la nivelul Pontianului, pe intervale de timp sincrone sau apropiate, a permis unele comparații între hărțile realizate de acești autori. Hărțile au fost realizate pe baza datelor obținute din aflorimente și din foraje (Saulea *et al.* (1969), Hamor *et al.* 1988, Marinescu & Papaianopol, 1989), dar și prin compilarea datelor din literatură (Popov *et al.* 2004), acestea acoperind teritorii diferite ca extindere. Saulea *et al.*, (1969) realizează hărți la nivelul

României. Marinescu & Papaianopol (1989), dau informații paleogeografice la nivelul Bazinului Dacic. Cu un an înainte, în 1988, avându-l editor pentru România pe Florian Marinescu, a apărut primul atlas paleogeografic la nivelul Europei Centrale și de Est. Cea mai mare extindere o au hărțile compilate de Popov *et al.* (2004), în Atlasul Paratethysului.

Toate hărțile indică faptul că la nivelul Pontianului, Bazinul Dacic a fost un mediu acvatic – salmăstru, corespunzător unei mări semi-închise. Comunicarea cu Bazinul Euxinic s-a făcut printr-un canal îngust la nord de actuala locație a orașului Galați, în timp ce comunicarea cu Bazinul Panonic era limitată, probabil, la regiunea cursului dunărean care străbătea transversal catena carpatică (Saulea *et al.* 1969) sau lipsea (Hamor *et al.* 1988; Marinescu & Papaianopol, 1989; Popov *et al.*, 2004), zona de legătură fiind exondată. După Saulea *et al.* (1969), Pontianul inferior se află într-o fază transgresivă, iar Pontianul superior într-o fază regresivă. Acest lucru este susținut și de Popov *et al.* (2004), însă acesta atribuie Pontianul superior Portaferrianului. După Marinescu & Papaianopol (1989) Portaferrianul este subetajul corespunzător Pontianului mediu. Autorii susțin că în timpul celor trei subetaje ale Pontianului, Bazinul Dacic s-a aflat într-o fază transgresivă, cea mai mare extindere având-o în Pontianul superior (Bosphorian).

Din punct de vedere al litofaciesurilor prezente, acestea sunt similare pe toate hărțile. Predomină depozitele argilo-nisipoase, cu ceva intercalații de cărbuni în NV. Harta realizată de Popov *et al.* (2004) este foarte asemănătoare cu cea realizată de Hamor *et al.*, atlasul redactat de acesta regăsindu-se pe lista materialelor folosite de Popov *et al.* (2004).

Hărțile realizate de autorii citați anterior includ și date de grosime a sedimentelor. Datele de grosime a sedimentelor sunt punctuale, menite să dea o imagine generală a grosimilor sedimentelor la nivelul Pontianului. Aceste date pun foarte bine în evidență limita dintre Bazinul Dacic și Bazinul Euxinic. Hărțile realizate de Saulea *et al.* (1969) includ izopahite. În funcție de izoliniile de egală grosime a sedimentelor, trasate pe hărțile realizate de Saulea *et al.* (1969), Jipa (2006c) a stabilit faptul că Bazinul Dacic a primit influxuri de material detritic din patru arii-sursă: aria carpatică de est, aria carpatică de vest, aria balcanică de sud-vest și aria dobrogeană de sud-est. Arealul carpatic

a furnizat cea mai mare cantitate de material clastic, spre partea nordică sedimentele atingând grosimi considerabile (până la 800 m), în timp ce spre sud grosimile sunt reduse (100 m).

MULȚUMIRI

Rezultatele prezentate au fost obținute în cadrul Planului National II – Idei, proiect nr. 144/2007 cu titlul "Implicațiile desecării messiniene a Mării Mediterane asupra evoluției Bazinului Dacic. Procese fizice, biologice și sedimentare". Mulțumiri dr. Dan C. Jipa pentru sprijinul acordat în realizarea acestei lucrări.

BIBLIOGRAFIE

- HAMOR, G. ET AL. (20 EDS; 95 authors). 1988. Neogene paleogeographic atlas of Central and Eastern Europe. 7 maps. Budapest (Hungarian Geological Institute)
- JIPA, D.C. 2006a. Bazinul Dacic. Prezentare Generală. În Jipa D.C. (editor) „Influența factorilor globali (clima, tectonica, eustatism) asupra evoluției Bazinului Dacic (Neogen superior)”. 5-14 p. Geoecomar, București.
- JIPA, D.C. 2006b. Evoluția paleogeografică a Bazinului Dacic. Apariția, dezvoltarea și închiderea bazinului. În Jipa D.C. (editor) „Influența factorilor globali (clima, tectonica, eustatism) asupra evoluției Bazinului Dacic (Neogen superior)”. 15-62 p. Geoecomar, București.
- JIPA, D.C. 2006c. Organizarea sedimentară a Bazinului Dacic. În Jipa D.C. (editor) „Influența factorilor globali (clima, tectonica, eustatism) asupra evoluției Bazinului Dacic (Neogen superior)”. 63-116 p. Geoecomar, București.
- JIPA, D.C., OLARIU, C., MARINESCU, N., OLTEANU, R., BRUSTUR, T. 2007. A Late Neogene Marker Sequence in the Dacian Basin (Paratethys Realm). Genetic and Stratigraphic Significance Geo-Eco-Marina 13, pg 121-138
- MARINESCU, FL., PAPAIONOPOL I., 1989. Le Pontien du Bassin Dacique en Roumanie. In Chronostratigraphie und Neostatotypen Bd. VIII- Pl- Pontien, pg 300-313
- POPOV, S.V., RÖGL, F., ROZANOV, A.Y., STEININGER, FRITZ F., SHCHERBA, I.G., KOVAC, M. (EDS) 2004. Lithological-Paleogeographic maps of Paratethys. Late Eocene to Pliocene. 46 pages, maps 1-10 (annex). Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Band 250. Frankfurt am Main
- POPOV, S.V., SHCHERBA, I.G., ILYINA, L.B., NEVESSKAYA, L.A., PARAMONOVA, N.P., KHONDKARIAN, S.O., MAGYAR, I. 2006. Late Miocene to Pliocene palaeogeography of the Paratethys and its relation to the Mediterranean. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 238, 91–106.
- SAULEA, E., POPESCU, I., SÂNDULESCU, J. 1969. Atlas litofacial. VI – Neogen, 1;200.000. 11 maps, 2 plates (text in Romanian and in French). Institutul Geologic. Bucuresti.
- SNEL, E., MARUNTEANU, M., MACALET, R., MEULENKAMP, J.E., VAN VUGT, N., 2006. Late Miocene to Early Pliocene chronostratigraphic framework for the Dacic basin, Romania. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 238 (1–4), 107–124.
- VASILIEV, I., KRIJGSMAN, W., LANGEREIS, C.G., PANAIOTU, C.E., MATENCO, L., BERTOTTI, G., 2004. Towards an astrochronological framework for the Eastern Paratethys Mio-Pliocene sedimentary sequences of the Focsani basin (Romania). Earth Planrt. Sci. Lett., v. 227, pg. 231-247.