

UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI" CLUJ-NAPOCA  
FACULTATEA DE BIOLOGIE ȘI GEOLOGIE  
DEPARTAMENTUL DE GEOLOGIE

**STUDIUL FORAMINIFERELOR OLIGOCENE ȘI MIOCEN  
INFERIOARE DIN FORMAȚIUNILE MARINE DE TIP  
OFFSHORE DIN NORD-VESTUL BAZINULUI TRANSILVANIEI**

**TEZĂ DE DOCTORAT  
REZUMAT**

**Doctorand  
Szabolcs-Flavius Székely**

**Coordonator științific  
Prof. Dr. Sorin Filipescu**

**Cluj-Napoca  
2015**

## Cuprins

<b>Introducere</b> .....	<b>1</b>
<b>I. Geologia Zonei</b> .....	<b>3</b>
1.1. Evoluția tectonică a Bazinului Transilvaniei .....	4
1.2. Evoluția sedimentară a Bazinului Transilvaniei .....	6
1.3. Unități litostratigrafice Oligocene și Miocene din zona studiată .....	12
<b>II. Istoricul cercetărilor micropaleontologice din nord-vestul Bazinului Transilvaniei</b> .....	<b>18</b>
<b>III. Materiale și metode de lucru</b> .....	<b>28</b>
3.1. Prelevarea probelor .....	28
3.2. Prepararea probelor .....	29
3.3. Metode de analiză .....	29
3.3.1. Analiza cantitativă și indici de diversitate .....	29
3.3.2. Rata planctonic/bentonice.....	31
3.3.3. Curbă paleoclimatică.....	31
3.3.4. Statistică multivariată.....	31
3.3.5. Foraminifere bentonice.....	32
3.3.6. Indicele de oxigen dizolvat estimat pe baza foraminiferelor bentonice calcaroase (BFOI) .....	40
3.3.7. Analiza conținutului de fosfor .....	42
3.3.8. Analiza conținutului de materie organică (TOC) .....	42
<b>IV. Rezultate și discuții</b> .....	<b>44</b>
4.1. Fântânele.....	44
4.1.1. Biostratigrafie .....	44
4.1.2. Paleoclimă și paleoecologia foraminiferelor planctonice .....	47
4.1.3. Paleoecologia foraminiferelor bentonice.....	52
4.1.4. Asociațiile de foraminifere și potențiala aplicare în stratigrafie secvențială.....	75
4.1.5. Conținutul de materie organică (TOC) și asociațiile de foraminifere bentonice .....	83
4.1.6. Conținutul de fosfor .....	94
4.1.7. Relația dintre datele geochemice (materie organică și fosfor) și asociațiile de foraminifere bentonice.....	106

<b>4.2. Gălpâia</b> .....	<b>108</b>
4.2.1. Biostratigrafie .....	110
4.2.2. Rata planctonic/bentonic și paleoecologia foraminiferelor planctonice ...	111
4.2.3. Relația dintre asociațiile de foraminifere bentonice și paleomedii .....	113
4.2.4. Succesiunea paleomediilor de la Gălpâia.....	124
<b>4.3. Tihău</b> .....	<b>130</b>
4.3.1. Sedimentologie .....	131
4.3.1. Biostratigrafia și paleoecologia foraminiferelor planctonice.....	135
4.3.2. Relația dintre asociațiile de foraminifere bentonice și paleomedii .....	137
4.3.3. Succesiunea paleomediilor de la Tihău .....	141
<b>V. Descrierea sistematică</b> .....	<b>143</b>
<b>VI. Concluzii</b> .....	<b>182</b>
<b>Bibliografie</b> .....	<b>186</b>
<b>Mulțumiri</b> .....	<b>220</b>
<b>Planșe</b> .....	<b>223</b>
<b>Anexa 1. Lista speciilor identificate</b> .....	<b>285</b>
<b>Anexa 2. Numărul de indivizi</b> .....	<b>298</b>

**Cuvinte cheie:** foraminifere, Oligocen, Miocen, Bazinul Transilvaniei.

## **Introducere**

Scopul principal al prezentei lucrări este caracterizarea unor formațiuni Oligocene și Miocen inferioare din nord-vestul Bazinului Transilvaniei din punctul de vedere al conținutului micropaleontologic și, subordonat, al sedimentologiei. Asociațiile de foraminifere au fost investigate morfologic, taxonomic, biostratigrafic și paleoecologic, iar uneori s-a urmărit și analiza sedimentelor din punct de vedere geochimic. Rezultatele analizelor micropaleontologice au fost corelate cu datele sedimentologice și cele geochimice pentru a obține o reconstituire cât mai clară a evoluției bazinului sedimentar.

Obiectivele stabilite pentru prezentul studiu au fost următoarele:

- Documentarea asociațiilor de foraminifere din formațiunile Vima (Oligocen), Chechiș și Hida (Miocen inferior).
- Identificarea foraminiferelor planctonice reprezentative pentru zonările biostratigrafice regionale (e.g. Popescu, 1975; Popescu & Brotea, 1989) și globale (e.g. Berggren et al., 1995; Wade et al., 2011) cu scopul de a încadra asociațiile identificate în cadrul stratigrafic.
- Identificarea evenimentelor paleoclimatice pe baza asociațiilor de foraminifere planctonice și verificarea potențialului pentru corelarea lor cu evenimente locale sau globale.
- Analiza calitativă și cantitativă al asociațiilor de foraminifere bentonice cu scopul de a reconstitui istoria și evoluția paleomediilor.
- Identificarea variației asociațiilor de foraminifere bentonice în funcție de modificarea condițiilor de mediu cum ar fi: productivitate primară, aportul de materie organică, concentrația de oxigen la interfața sediment-apă și temperatura apelor de la fundul mării.
- Analiza sedimentelor colectate din Formațiunea de Vima din punct de vedere geochemic pentru o caracterizare paleoambientală mai completă.

## **Capitolul I.**

### **Geologia zonei studiate**

Bazinul Transilvaniei a devenit o arie de sedimentare în timpul Cretacicului superior (la sfârșitul tectogenezei alpine). Cuvertura Cretacic superioară - Oligocen inferioară post-tectogenetică cuprinde depozite marine și continentale caracterizate de alternanțe de settinguri marine și continentale. Umplutura sedimentară acumulată în intervalul Oligocen superior - Miocen inferior este dominată de depozite terigene marine și continental-lacustrine (Rusu et al., 1996).

## **Capitolul II.**

## **Istoricul cercetărilor micropaleontologice din nord-vestul Bazinului Transilvaniei**

Studiile paleontologice din formațiunile Oligocene și Miocen inferioare din Bazinul Transilvaniei s-au concentrat pe diferite grupe de fosile (cum ar fi moluște, ostracode și foraminifere). Cele mai multe cercetări pe foraminifere se axează pe taxonomia și biostratigrafia (e.g. Popescu, 1971; Popescu & Iva, 1971; Popescu, 1975) foraminiferelor bentonice și planctonice. Publicațiile mai recente au inclus și interpretări paleoecologice și paleogeografice (e.g. Filipescu & Beldean, 2008; Beldean et al., 2010; Beldean & Filipescu, 2011; Beldean et al., 2011; Beldean et al., 2012).

### **Capitolul III.**

#### **Materiale și metode de lucru**

O serie de analize micropaleontologice și geochimice au fost făcute pe probe colectate din aflorimente Oligocene și Miocen inferioare din nord-vestul Bazinului Transilvaniei pentru o caracterizare paleoambientală și biostratigrafică mai bună. După colectarea și prepararea probelor conform metodelor micropaleontologice standard, asociațiile de foraminifere au fost identificate iar rezultatele au fost interpretate. Totodată, probele selectate pentru obținerea unor informații adiționale legate de factori paleoecologici, au fost analizate din punct de vedere geochimic.

### **Capitolul IV.**

#### **Rezultate și discuții**

##### **4.1. Fântânele**

Trei aflorimente aparținând Formațiunii de Vima (N47,41477 E23,82699; N47,41356 E 23,82637 și N47,41195 E 23,82692 - Fig. 4) au fost probate în localitatea Fântânele din argile-siltice și argile-nisipoase (Fig. 5).

##### **4.1.1. Biostratigrafie**

Foraminifere planctonice identificate au răspândire stratigrafică largă (Fig. 6). Prezența speciilor *Chiloguembelina cubensis* și *Paragoborotalia opima* permit încadrarea probelor FA1-FA14 în zona O4 din Oligocen (*G. angulisuturalis* / *C. cubensis* Concurrent-range Zone - Wade et al., 2011). Apariția speciilor

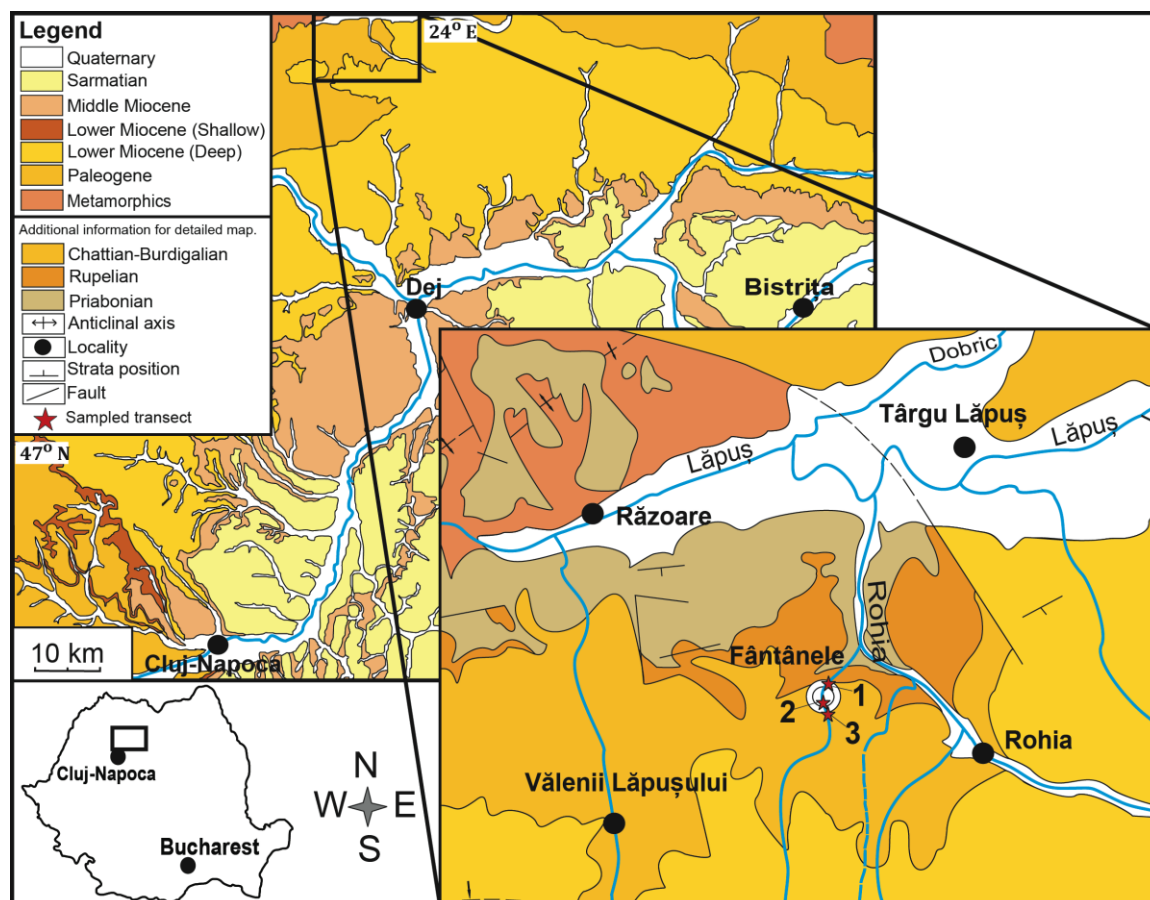
*Paragloborotalia opima* și *Globigerina ciperoensis* (Fig. 6) în probele din al treilea afloriment, sugerează depunerea sedimentelor în Oligocenul superior (Zona O5 - *P. opima* Highest-occurrence Zone - Wade et al., 2011).

Considerăm foraminiferele planctonice ca fiind indicatoare de vârstă a depozitelor (zonele O4 - O5 din Wade et al., 2011). Plasarea limitei Rupelian - Chattian (NP24) este dificilă fiindcă lipsesc speciile index; poziția acestei limite ar putea fi estimată pe baza biozonelor foraminiferelor planctonice și a nanoplanctonului calcaros între primul și al doilea afloriment.

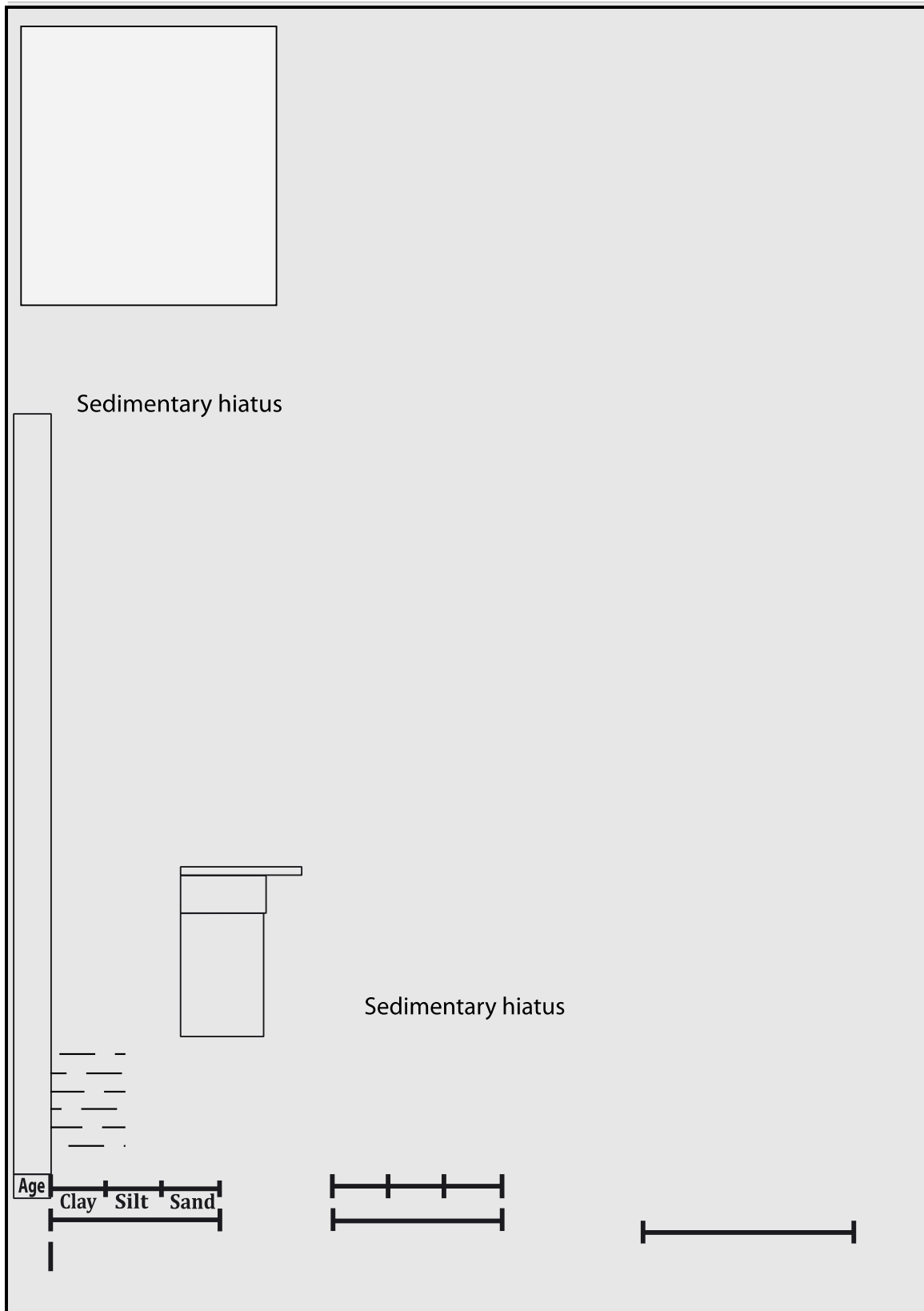
#### 4.1.2. Paleoclima și paleoecologia foraminiferelor planctonice

Scopul reconstituirii curbei paleoclimatice pe baza foraminiferelor planctonice este de a identifica tendințele schimbărilor în temperatura apelor de suprafață în legătură cu climatul.

Pe baza analizei vizuale a curbei climatice (Fig. 7) și al abundenței diferiților indicatorii de temperatură, am constatat că temperaturile de suprafață a apelor de la Fântânele variază între reci și temperate.



**Fig. 4.** Hartă geologică și localizarea aflorimentelor investigate (modificat după Beldean & Filipescu, 2011; hartă detaliată redesenată după Giușcă & Rădulescu, 1967).



**Fig. 5.** Litologie simplificată și poziția probelor în aflorimentele de la secțiunea Fântânele.

Numărul și intensitatea oscilațiilor către ape temperate crește în al 3-a afloriment indicând o posibilă încălzire în Chattian. Aceasta curbă paleoclimatică reflectă condiții de mediu similare cu anumite studii din Paratethys: ape de suprafață reci-temperate din timpul Rupelianului, cu posibile influențe dinspre Bazinul Mării Nordului, trec spre temperaturi mai calde în Chattian. Este posibil ca, în Rupelian, foraminiferele planctonice de la Fântânele să reflecte influențe mai puternice dinspre nord iar apele mai calde din Chattian pot fi legate de configurația paleogeografică nouă a Paratethysului (Influență ridicată dinspre Marea Mediterană datorită închiderii progresive a Upper Rhine Graben în Oligocenul târziu - Martini, 1990; Gebhardt, 2003) și/sau începutul evenimentului de încălzire din Oligocenul târziu (Late Oligocene Warming Event - Zachos et al., 2001).

#### **4.1.3. Paleoecologia foraminiferelor bentonice**

Compoziția asociațiilor de foraminifere bentonice de la Fântânele reflectă frecvente schimbări ale condițiilor de mediu în Oligocenul din nord-vestul Bazinului Transilvaniei. Diferențele în distribuția și diversitatea asociațiilor de foraminifere bentonice au potențial în identificarea schimbărilor de paleobatimetrie, concentrația oxigenului la interfața sediment/apă sau aportul de materie organică la fundul bazinului (Murray, 1991; 2006). În secțiunea următoare au fost combinate interpretările paleoecologice și statistica aplicată pe probele de la Fântânele.

##### **4.1.3.1. Grupul FA-I (Asociațiile cu *Haplophragmoides carinatus* -Fig. 8)**

Acest grup conține două probe (FA2 și FA29, Fig. 8) dominate în întregime de foraminifere aglutinante (Fig. 10). Există câteva ipoteze care ar putea explica prezența exclusivă a formelor aglutinante în aceste asociații: prezența unor ape reci, subsaturate în carbonat de calciu (Spezzaferri et al., 2002); în mediile turbiditice adânci, oxidarea în timpul diagenesei timpurie a materiei organice depuse rapid poate elibera acizi care dizolvă carbonatul de calciu (Jones, 1999); rata de sedimentare ridicată și condiții de oxigen scăzut (Kender et al., 2008).

Anumite asociații de foraminifere bentonice de la secțiunea Fântânele sunt în totalitate compuse din forme aglutinante. Compoziția acestor asociații nu



poate fi explicată cu depunerea sedimentelor sub nivelul CCD fiindcă reconstituirea paleoambientală sugerează un setting batial superior.

Există mulți factori care au fi putut influența compoziția asociațiilor de foraminifere bentonice aglutinante de la Fântânele. Noi sugerăm condiții cu concentrații de oxigen scăzut, stratificație a bazinului, mase de ape subsaturate în carbonat de calciu și ,posibil, existența periodică a unei rate de sedimentare mai ridicată din cauza curenților turbiditici care au avut loc într-un setting batial superior.

#### **4.1.3.2. Grupa FA-II (Asociații tranzitionale - Fig. 8)**

Această grupă conține asociații de foraminifere bentonice mixte, însă cele aglutinante sunt dominante. Formele tubulare aglutinante sunt abundente în majoritatea probelor (Fig. 13) și sunt specifice în mediile liniștite batiale și abisale.

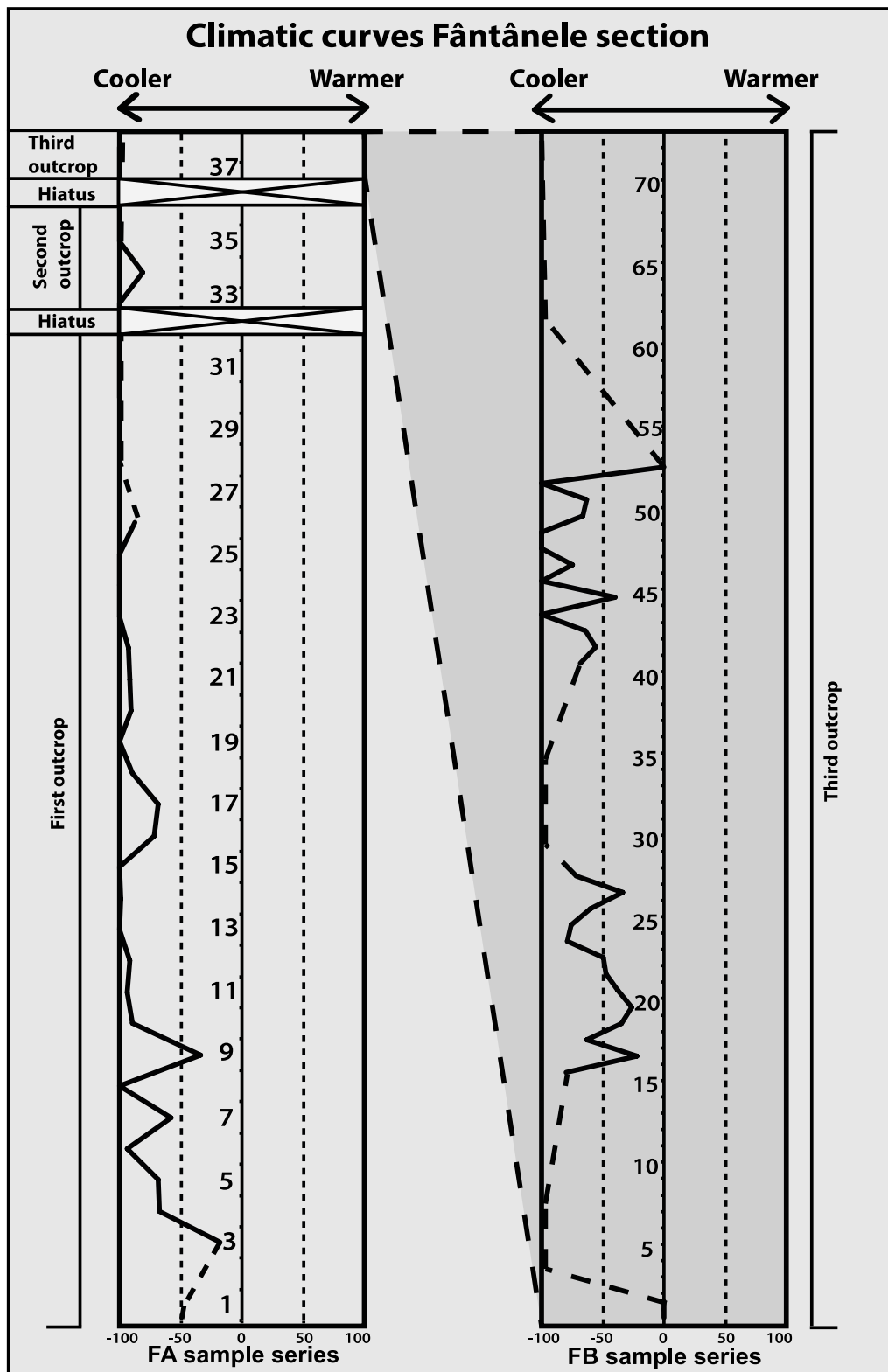
Asociațiile mixte incluse în grupa FA-II sunt similare cu asociațiile de tip "flysch" descrise de Gradstein & Berggren (1981). Probele din această grupă reprezintă asociații de tranziție dintre mediile de șelful distal și batial superior.

Grupele FA-I și FA-II probabil reprezintă cele mai adânci medii de depozitionare de la secțiunea Fântânele în care apele reci și adânci probabil au inhibat dezvoltarea foraminiferelor bentonice calcaroase. Abundența ridicată în grupa FA-II a formelor tubulare aglutinante, sugerează medii de pantă caracterizate de episoade cu aport ridicat sau scăzut de materie organică, ape de fund relativ bine oxigenate și curenți asociați cu turbidite.

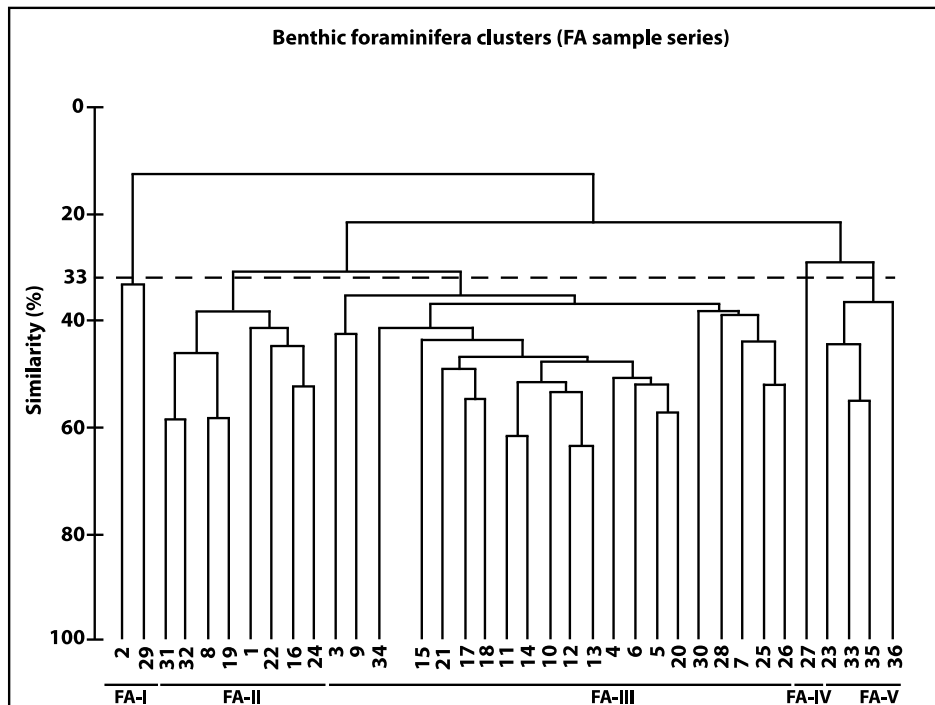
#### **4.1.3.3. Grupa FA-III (Asociații mixte - Fig. 8)**

Aceasta grupă conține cele mai multe din probele FA. Asociațiile sunt de natură mixtă și compuse din foraminifere bentonice calcaroase și aglutinante. Cele mai mari valori al ratei planctonic/bentonic (până la 60%) sunt asociate cu probele incluse în această grupă (Fig. 10). Distribuția batimetrică a speciilor din aceste asociații sugerează medii mai puțin adânci (șelf-distal) în comparație cu asociațiile bentonice mai adânci din grupele anterioare (FA-I și FA-II). Aceasta ipoteză este susținută de prezența speciilor abundente pe șelful distal cum ar fi *Bulimina schischinskayae*. Cele trei microhabitate sunt bine reprezentate (Fig. 10) și sugerează nivel de oxigen ridicat la interfața

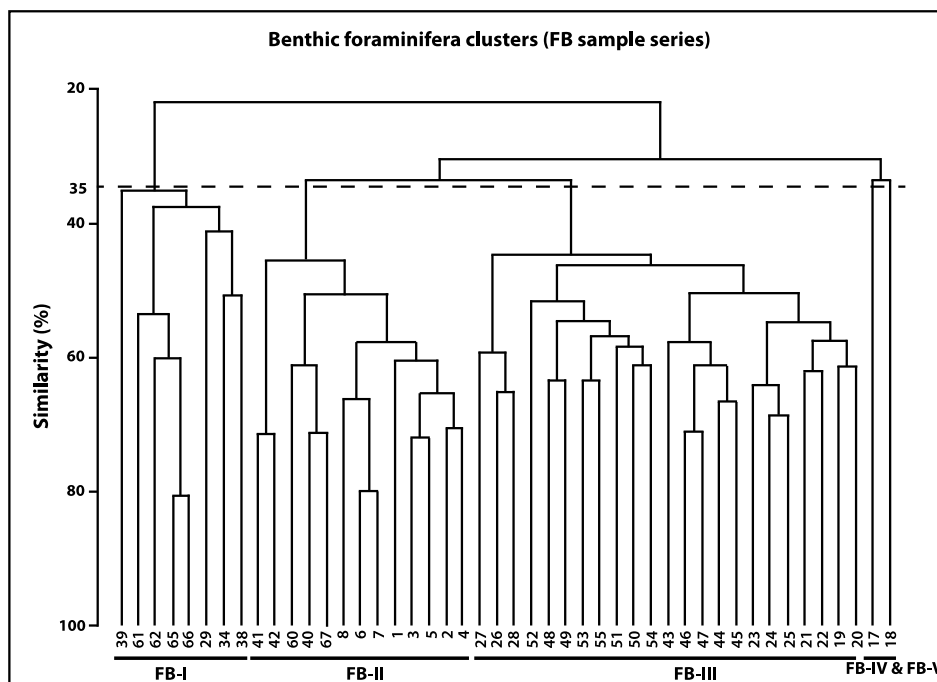




**Fig. 7.** Curbe climatice pentru secțiunea Fântânele. Curbele reprezintă suma algebrică a abundenței (%) indicatorilor de ape calde (valori pozitive) și al abundenței (%) indicatorilor de ape reci (valori negative) după metoda lui Spezzaferri (1995).



**Fig. 8.** Dendrograma pe baza matricei de similaritate Bray-Curtis a foraminiferelor bentonice, probele FA, primele două aflorimente, secțiunea Fântânele. Linia întreruptă reprezintă nivelul similarității folosit pentru separarea grupelor.



**Fig. 9.** Dendrograma pe baza matricei de similaritate Bray-Curtis a foraminiferelor bentonice, probele FB, al 3-a afloriment, secțiunea Fântânele. Linia întreruptă reprezintă nivelul similarității folosit pentru separarea grupelor.

sediment/apă cu posibile intervale caracterizate de productivitate primară ridicată și flux intermitent de materie organică care au condus la dezvoltarea

formelor infaunale asociate cu productivitate primară ridicată și episoade scurte cu nivel de oxigenare scăzută (abundența mai ridicată în anumite perioade a formelor tolerante la niveluri de oxigen scăzut - Fig. 13). În contrast cu asociațiile caracterizate de diversitate scăzută descrise în grupele anterioare, cele din această grupă sugerează un mediu mai stabil cu o diversitate mare de specii (Fig. 10).

#### **4.1.3.4 Grupa FA-IV (Asociațiile cu *Bulimina schischinskayae* - Fig. 8) și grupa FA-V (Asociațiile cu *Bolivina-Bulimina-Fursenkoina* - Fig. 8).**

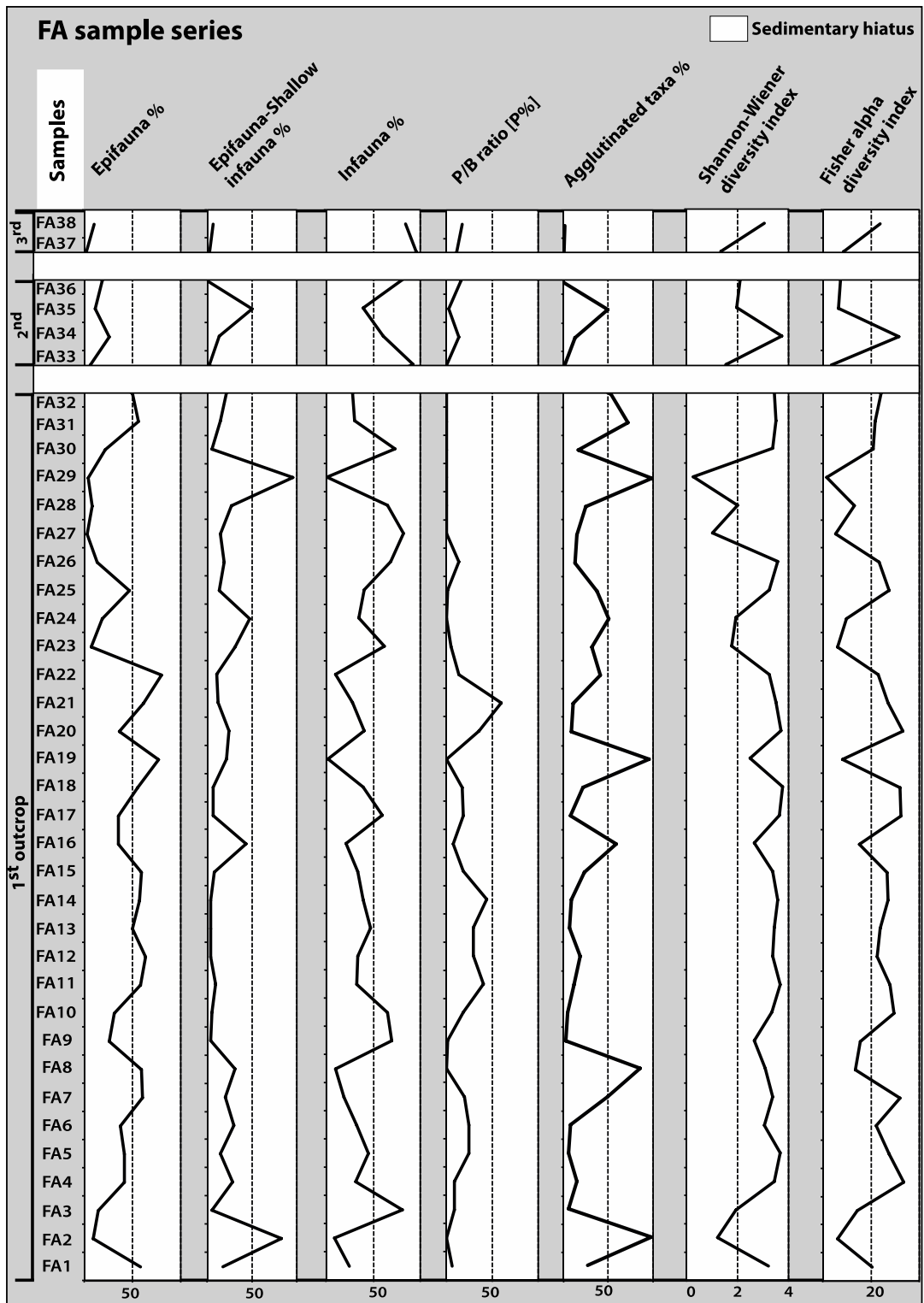
Aceste două grupe (FA-IV și FA-V, fig. 8) contin proporții ridicate de forme infaunale tolerante la nivelele scăzute de oxigen (Fig. 13); speciile acestor asociații sugerează un mediu de șelf distal.

Cu excepția probei FA36, unde prezența formelor epifaunale (Fig. 10) ar putea indica episoade cu ape bine oxigenate, compoziția asociațiilor bentonice sugerează un nivel scăzut de oxigen dizolvat la interfața sediment - apă.

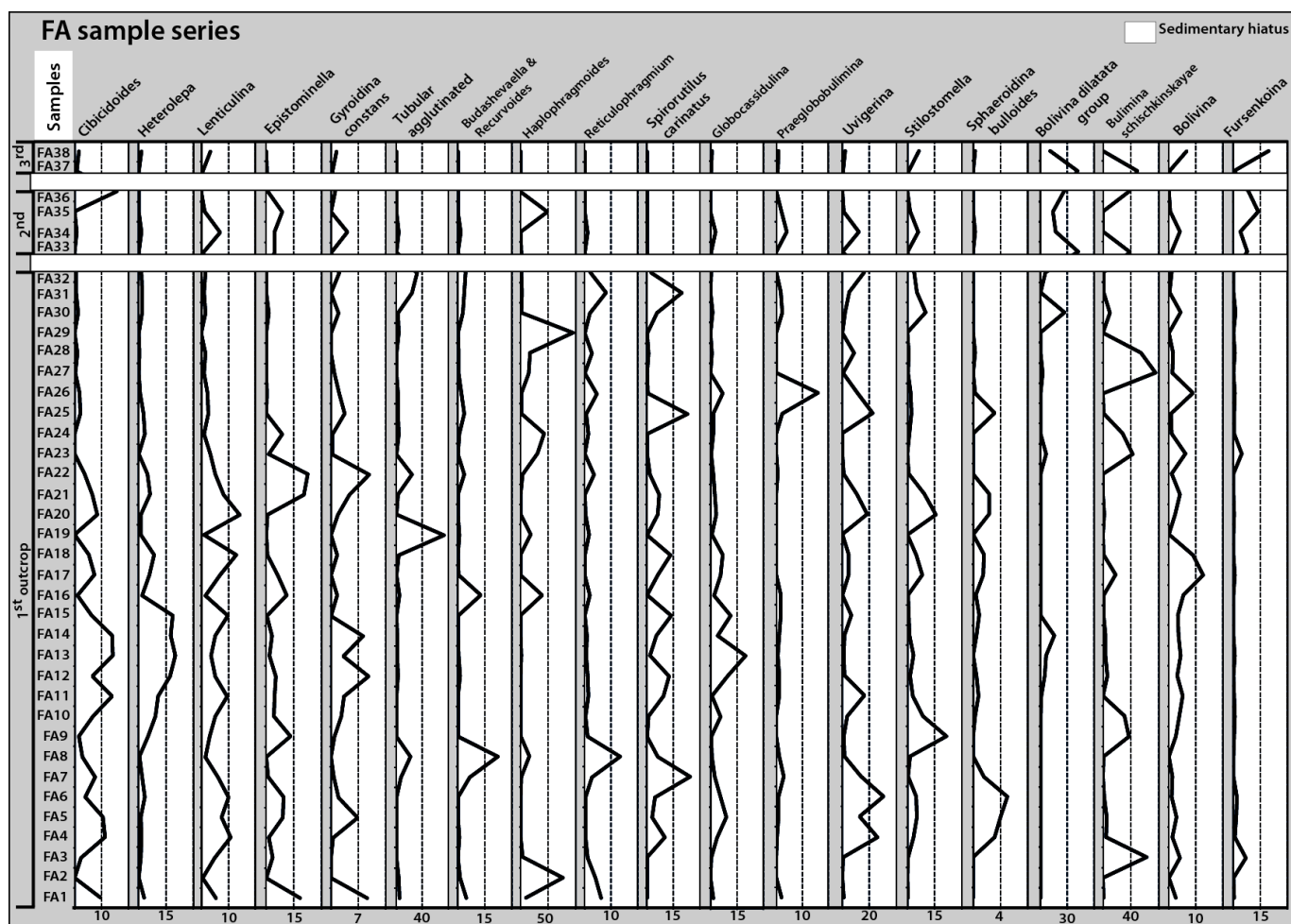
În intervalul Rupelian - Chattian din nord-vestul Bazinului Transilvaniei, schimbările ale nivelului marin și activitatea tectonică (Tischler et al., 2008) probabil au influențat adâncimea bazinului și consecvent, dezvoltarea asociațiilor de foraminifere bentonice în mediile de șelf distal - batial superior. Factorii paleoecologici importanți care au influențat distribuția și diversitatea asociațiilor sunt: conținutul de oxigen la interfața sediment - apă, productivitatea primară, fluxul de carbon organic și aportul sedimentar. Interacțiunea complexă al acestor factori și oscilațiile ale adâncimii au avut ca și rezultat medii bine oxigenate cu intervale caracterizate de productivitate primară ridicată și, consecvent, conținut scăzut de oxigen dezvoltat pe un șelf distal și condiții instabile asociate cu curenți turbiditici în medii de pantă superioară subsaturate în carbonat de calciu.

#### **4.1.3.5. Grupa FB-I (Asociații mixte și de tranziție - Fig. 9)**

Această grupă reprezintă tranziția spre intervale cu abundență scăzută de foraminifere (Fig. 15, fâșiile gri deschis). Asociațiile mixte din această grupă (Fig. 9) sunt dominate de forme aglutinante (Fig. 14 și 15). Prezența foraminiferelor aglutinate cu test grosier în aceste probe ar putea sugera intervale cu curenți puternici. Asociațiile bentonice (Fig. 9) sugerează un mediu de tranziție spre medii mai puțin adânci (abundență scăzută de foraminifere în probele adiacente



**Fig. 10.** Grafic reprezentând microhabitatul foraminiferelor bentonice (procentul formelor epifaunale, epifaunal-infaunale puțin adânci și infaunale adânci), procentul foraminiferelor, procentul foraminiferelor agglutinante, indicii de diversitate Fisher alpha și Shannon-Wiener pentru probele FA, secțiunea Fântânele.



**Fig. 13.** Grafic reprezentând procentul abundenței speciilor, genurilor sau grupurilor cu afinități ecologice similare, probele FA, secțiunea Fântânele.

sugerează aport de sediment ridicat) și episoade caracterizate de medii oligotrofice și liniștite (sugerate de forme tubulare aglutinante) cu flux scăzut de materie organică (Kaminski & Gradstein, 2005), întrerupte de către un regim de curenți mai puternici.

#### **4.1.3.6. Grupa FB-II (Asociațiile cu *Bolivina-Fursenkoina* -Fig. 9)**

Probele din această grupă sunt caracterizate de indici de diversitate scăzuți (Fig. 14). Bolivinidele bine reprezentate sunt indicatoare de aport ridicat de carbon organic (e.g. Thomas et al., 2000; Grunert et al., 2010; Hess & Jorissen, 2009; Fenero et al. 2012) și sugerează condiții cu nivel scăzut de oxigen (e.g., Murray, 1991, Bernhard & Sen Gupta, 1999). În cazul asociațiilor de la Fântânele, absența formelor intolerante la nivelurile scăzute de oxigen dizolvat (cum ar fi *Cibicidoides* sau *Heterolepa*) și abundența ridicată al speciilor adaptate la condiții cu oxigen scăzut cum ar fi *Bolivina dilatata dilatata*, *Bolivina dilatata hyalina*, *Bulimina schischkinskayae* indică predominant conținut scăzut de oxigen dizolvat la interfața sediment-apă (Rögl & Spezzaferri, 2003; Murray, 2006). Intervale cu productivitate primară ridicată ar fi putut declanșa aportul de fitodetritus spre fundul bazinului care a oferit posibilitatea dezvoltării speciilor de *Alabama*, *Epistominella* și al formelor oportuniste cum ar fi *Fursenkoina mustoni*, *Fursenkoina halkyardi* și *Fursenkoina schreibersiana* (De Man, 2006).

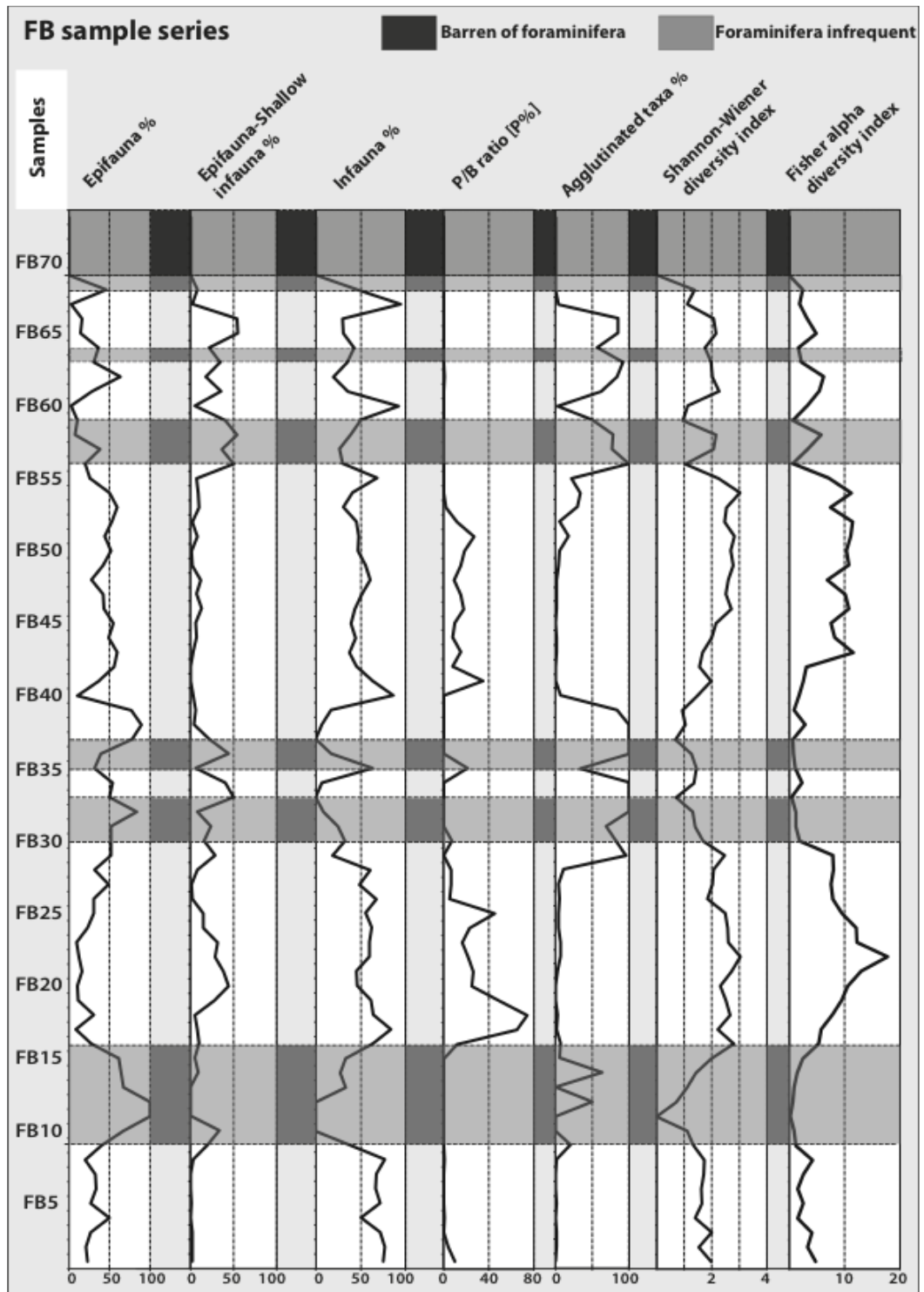
#### **4.1.3.7. Grupa FB-III (Asociații mixte cu diversitate ridicată - Fig. 9)**

Această grupă este caracterizată de indici de diversitate ridicați. Abundența ridicată a speciilor adaptate la condițiile cu nivel de oxigenare scăzut cum ar fi specii de *Bolivina*, *Fursenkoina*, *Uvigerina*, *Praeglobobulimina*, și *Chilostomella* indică conținut de oxigen scăzut (Spezzaferri et al., 2002); acest conținut scăzut de oxigen ar fi putut fi factorul care a controlat compoziția asociațiilor de foraminifere bentonice în aceste medii eutrofice. Flux ridicat de materie organică este sugerat de abundența ridicată a speciilor de *Uvigerina* (Rögl & Spezzaferri, 2003).

#### **4.1.3.8. Grupele FB-IV și FB-V**

Aceste grupe conțin probele cu cea mai mare rată P/B din acest afloriment (Fig. 15). Preferințele de microhabitat al formelor bentonice (Fig. 15) sugerează un mediu mezotrofic (Jorissen et al., 1995).





**Fig. 14.** Grafic reprezentând microhabitatul foraminiferelor bentonice (procentul formelor epifaunale, epifaunal-infaunale puțin adânci și infaunale adânci), procentul foraminiferelor, procentul foraminiferelor aglutinante, indicii de diversitate Fisher alpha și Shannon-Wiener pentru probe FA, secțiunea Fântânele.

În al treilea afloriment, următoarele medii depoziționale au fost diferențiate: (1) Cele mai adânci medii pe șelf (Grupele FB-IV și FB-V) caracterizate de abundență ridicată al formelor planctonice; (2) șelful distal (Grupele GB-II și FB-III) este caracterizat de intervale de productivitate primară ridicată și alternanțe între nivele mai scăzute (Grupa FB-II) și mai ridicate (Grupa FB-III) de oxigen dizolvat la interfața sediment/apă (Fig. 12); (3) Mediile de tranziție spre adâncimi mai reduse (Grupa FB-I, Fig. 12) sunt caracterizate de condiții oligotrofice; (4) Mediile mai puțin adânci (probele FB9-FB15) caracterizate de sedimente grosiere, aport de sediment ridicat, în care asociațiile de foraminifere cu abundență și diversitate scăzută indică ape bine oxigenate și prezența curenților.

#### **4.1.4. Asociațiile de foraminifere și potențiala lor aplicare în stratigrafie secvențială**

Pe baza observațiilor litologice în aflorimente și a compoziției asociațiilor de foraminifere, în primul afloriment au fost identificate trei parasecvențe (HFS1-HFS3) iar în al treilea același număr (Fig. 5 și 13) de parasecvențe (HFS4-HFS6). Succesiunea parasecvențelor din cadrul primului afloriment sugerează o scădere progresivă de adâncime.

Deși suprafețele stratigrafice secvențiale necesare pentru a identifica limite dintre secvențe (Cătuneanu, 2002; Zecchin & Cătuneanu, 2013) sunt absente, suprapunerea progradatională a parasecvențelor identificate ar putea sugera asocierea acestor depozite cu un highstand systems tract.

Curba nivelului marin eustatic (Haq et al., 1987) arată la limita Rupelian - Chattian (ciclurile TA4.5 - TB1.1) o scădere majoră a nivelului marin. Asocierea depozitelor (biostratigrafic încadrate în Chattian) de la Fântânele cu un highstand systems tract ar putea pune în evidență influența controlului tectonic în această zonă.

#### **4.1.5. Conținutul de materie organică (TOC) și asociațiile de foraminifere bentonice**

Parametrii determinați în urma analizei probelor FA1-FA38 cu echipamentul Rock-Eval 6 sunt prezentați în tabelul 4. Valorile conținutului de materie organică (Total Organic Carbon - TOC) variază între 0.4 - 2.67 mg HC/g



probă. Valorile parametrului S2 variază între 0.4 - 2.67 mg HC/g probă și indică potențial variat de rocă sursă. Valorile HI se găsesc între 57 și 231 mg HC/TOC cu o medie în jur de 135 mg HC/g TOC, în timp ce valorile parametrului OI variază între 33-99 cu o medie în jur de 53. Conținutul de materie organică din probele de la Fântânele sugerează un potențial de generare a petrolului slab spre bun.

Distribuția asociațiilor de foraminifere bentonice este în strânsă legătură cu fluxul de carbon organic spre fundul mării și conținutul de oxigen la interfața sediment/apă. Scopul corelării asociațiilor de foraminifere bentonice și a conținutului de materie organică este de a determina informații adiționale legate de anumiți factori paleoecologici (e.g. flux de carbon organic în strânsă legătură cu fluctuațiile productivității primare, nivelul de oxigen dizolvat, activitatea curenților).

Materia organică de origine continentală reprezintă un constituent important în majoritatea probelor de la Fântânele, așadar valoare totală a materiei organice este parțial legată de aportul de sediment dinspre continent. Totodată, aportul sedimentar crește fluxul de nutrienți la suprafața apelor, productivitatea primară și consecvent fluxul de materie organică de origine marină spre fundul mării. Valorile mari a conținutului de materie organică sunt probabil rezultatul unor factori combinați: disponibilitatea materiei organice și condiții de mediu speciale (nivel scăzut de oxigen dizolvat) care au favorizat păstrarea materiei organice. Există dovezi de productivitate primară ridicată și în probele cu valori scăzute de materie organică. În aceste situații, materia organică probabil s-a depus în medii bine oxigenate. Valorile scăzute în sedimentele grosiere în care foraminiferele aglutinante sunt dominante ar putea fi rezultatul fluxului scăzut de materie organică sau al aportului mai ridicat de sedimente în relație cu depunerea materiei organice. Tipul de materie organică este considerat responsabil pentru compoziția asociațiilor de foraminifere bentonice. De exemplu, Koho (2008) și Phipps (2012) au sugerat că formele bentonice calcaroase sunt puternic favorizate de un aport ridicat de fitodetritus, în timp ce formele aglutinante sunt mai puțin dependente de materie organică proaspătă. Compoziția asociațiilor de foraminifere bentonice de la Fântânele dominate de forme aglutinante ar putea fi în legătură cu scăderea aportului de materie organică proaspătă la adâncimi mai mari.

Sample	PC [%]	RC [%]	TOC [%]	MINC [%]	HI [mg HC/g TOC]	OI [mg CO2/g TOC]	Tmax [°C]	S1 [mg HC/g]	S2 [mg HC/g]	S3
FA38	0.07	0.64	0.71	1.45	102	43	426	0.03	0.73	0.30
FA37	0.24	1.10	1.34	0.63	200	33	426	0.05	2.67	0.44
FA36	0.15	0.96	1.12	0.48	151	35	425	0.04	1.69	0.39
FA35	0.12	0.77	0.89	2.07	146	43	428	0.04	1.30	0.38
FA34	0.11	0.70	0.81	1.42	140	48	428	0.03	1.14	0.39
FA33	0.13	0.90	1.03	0.77	135	36	426	0.04	1.39	0.37
FA32	0.06	0.45	0.51	1.16	113	55	424	0.03	0.57	0.28
FA31	0.05	0.44	0.49	1.03	104	61	426	0.02	0.51	0.30
FA30	0.12	0.59	0.71	0.84	188	53	430	0.03	1.34	0.38
FA29	0.05	0.73	0.78	0.07	57	63	419	0.01	0.44	0.49
FA28	0.19	0.87	1.06	0.68	189	58	426	0.08	2.01	0.61
FA27	0.10	0.71	0.81	0.67	133	52	427	0.04	1.07	0.42
FA26	0.10	0.58	0.68	1.01	152	52	426	0.03	1.03	0.35
FA25	0.09	0.58	0.67	1.58	144	57	428	0.02	0.96	0.38
FA24	0.17	0.92	1.09	0.64	173	36	428	0.02	1.88	0.39
FA23	0.14	0.92	1.06	1.05	141	38	427	0.02	1.48	0.40
FA22	0.07	0.57	0.64	0.32	109	39	427	0.03	0.70	0.25
FA21	0.04	0.34	0.38	1.79	104	63	426	0.02	0.40	0.24
FA20	0.11	0.38	0.49	2.93	231	79	431	0.09	1.14	0.39
FA19	0.08	0.61	0.69	1.04	121	56	426	0.02	0.84	0.39
FA18	0.07	0.45	0.52	2.24	129	67	426	0.09	0.67	0.35
FA17	0.05	0.36	0.41	3.05	117	99	426	0.03	0.48	0.41
FA16	0.08	0.68	0.76	0.82	114	46	429	0.02	0.86	0.35
FA15	0.05	0.45	0.50	2.38	95	79	427	0.01	0.47	0.39
FA14	0.08	0.57	0.65	2.08	118	74	427	0.02	0.76	0.48
FA13	0.08	0.60	0.68	1.45	118	58	428	0.02	0.81	0.39
FA12	0.12	0.70	0.83	2.16	158	57	430	0.04	1.31	0.47
FA11	0.08	0.55	0.63	2.82	130	57	430	0.02	0.82	0.36
FA10	0.19	0.92	1.10	1.20	188	39	431	0.03	2.08	0.43
FA9	0.13	0.80	0.93	0.21	155	33	430	0.03	1.43	0.30
FA8	0.05	0.51	0.56	0.75	92	54	429	0.01	0.52	0.30
FA7	0.08	0.50	0.58	1.01	125	59	427	0.08	0.73	0.34
FA6	0.09	0.59	0.67	2.82	133	52	428	0.02	0.89	0.35
FA5	0.10	0.70	0.80	2.41	137	49	428	0.03	1.09	0.39
FA4	0.09	0.56	0.65	3.12	127	80	427	0.04	0.82	0.52
FA3	0.14	0.82	0.96	0.40	167	33	427	0.02	1.60	0.32
FA2	0.08	0.69	0.78	0.22	111	47	426	0.03	0.86	0.36
FA1	0.08	0.67	0.75	0.31	116	35	427	0.01	0.87	0.26

Tabel 4. Parametri determinați de echipamentul Rock-Eval 6 pentru probele FA1-FA38, secțiunea Fântânele.

#### **4.1.6. Conținutul de fosfor**

Scopul analizei conținutului de fosfor a fost de a obține informații adiționale asupra factorilor paleoecologici cum ar fi productivitatea primară (fosfor organic), aportul sedimentar (fosfor detritic), nivelul de oxigen dizolvat la interfața sediment/apă (fosfor autigenic, fosfor organic și fosfor legat de fier).

Probele colectate de la Fântânele (FA1-FA38 și FB1-FB70) au fost analizate pentru conținutul lor de fosfor utilizând metoda de extracție secvențială prin cinci pași (metoda SEDEX -Ruttenberg, 1992; Ruttenberg et al., 2009). Această metodă separă diferite faze de fosfor solid cum ar fi fosforul absorbit pe suprafețe minerale, fosforul legat de fier (oxihidroxizi de fier și mangan), fosfor autigenic (fluorapatit carbonatic, fosfor asociat cu rămășițe de pești, fosfor asociat cu carbonat de calciu și smectit), fosfor detritic (asociat cu roci metamorfice, magmatice și apatit sedimentar) și fosforul organic (e.g. Ruttenberg, 1992).

Variațiile concentrației diferitelor faze de fosfor în cele trei aflorimente (probele FA1-FA38 și FB1-FB70) de la Fântânele sunt prezentate în figurile 18 și 19 împreună cu conținutul TOC (doar pentru probele FA).

În probele FA, fosforul legat de fier este cel mai abundent (în medie 40% din fosforul total) urmat de fosforul autigenic (în medie 32%). Fosforul detritic și cel organic reprezintă 16%, respectiv 10% din totalul fosforului (Tabel 6). În probele FB, fosforul legat de fier este cel dominant (în medie 50% din totalul de fosfor), în timp ce fosforul autigenic, detritic și organic reprezintă 26%, 16% respectiv 6.8% din totalul de fosfor (Tabel 6.).

#### **4.1.7. Datele geochemice (materie organică și fosfor) și asociațiile de foraminifere bentonice**

Analiza conținutului de materie organică (TOC) și de fosfor au contribuit la înțelegerea factorilor paleoecologici primari care au controlat compoziția asociațiilor de foraminifere bentonice.

Aportul sedimentar ridicat dinspre continent (sugerat de fosforul detritic) a rezultat în oxigenarea mediului și a permis dezvoltarea asociațiilor de foraminifere bentonice diversificate în mediile cu adâncime mai redusă pe șelf. Există dovezi care

sugerează productivitate primară ridicată însă apele bine oxigenate au inhibat păstrarea materiei organice (concentrații scăzute de TOC și

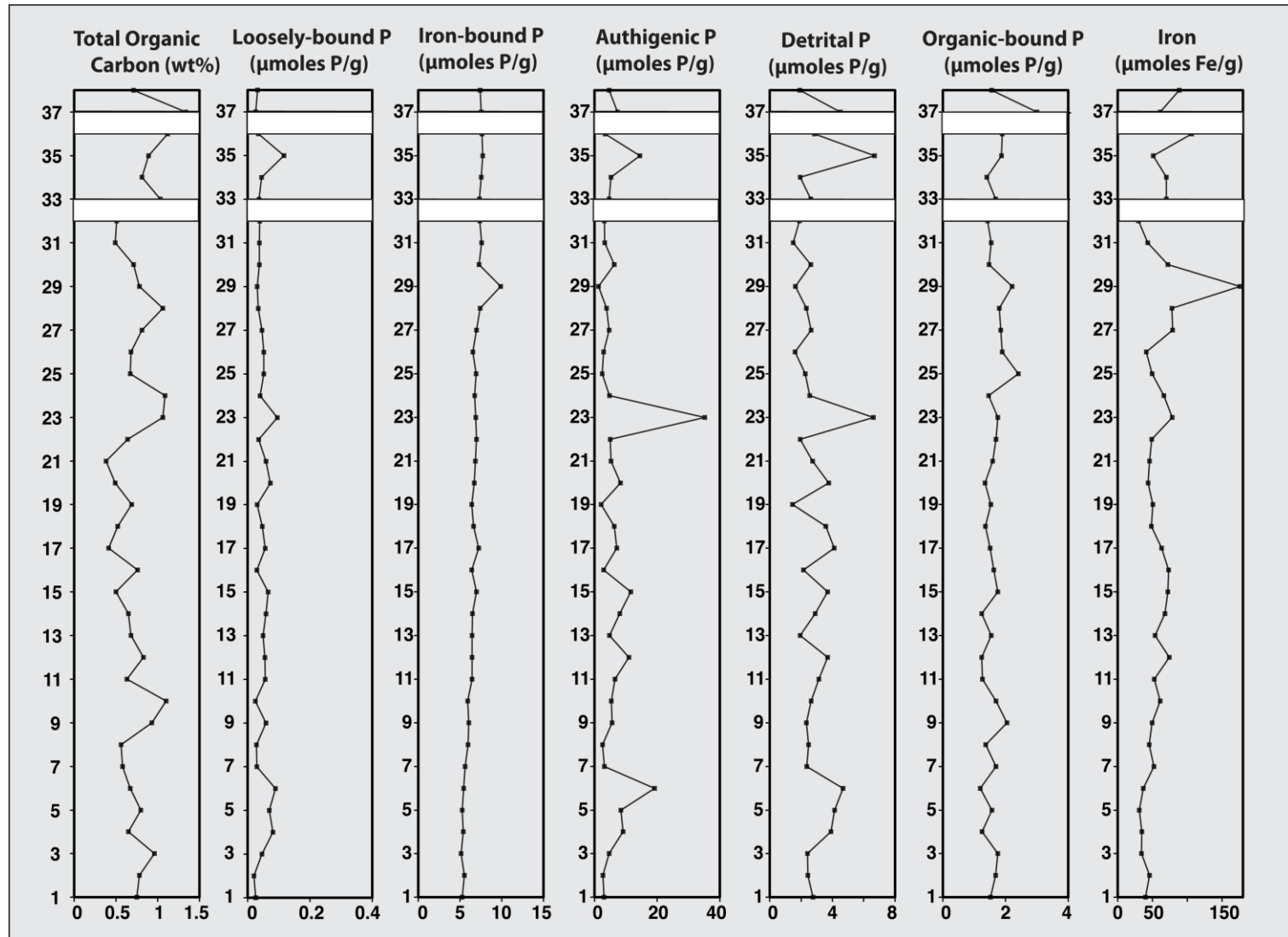
Samples		Loosely-bound P (μmoles P/g)	Iron-bound P (μmoles P/g)	Authigenic P (μmoles P/g)	Detrital P (μmoles P/g)	Organic P (μmoles P/g)
FA samples	Minimum value	0.0194	5.1333	1.2225	1.4482	1.1957
	Average	0.0484	6.6892	6.5837	2.9307	1.8768
	Maximum Value	0.1162	9.8793	35.2341	6.6846	10.4412
	Average %	0.2689	40.0801	32.5959	16.1741	10.8809
FB samples	Minimum value	0.0003	8.8964	0.5160	1.4883	1.0565
	Average	0.0634	12.8086	7.2926	4.6768	1.7189
	Maximum Value	0.6585	33.7057	20.6177	22.2960	2.7682
	Average %	0.22	49.99	26.13	16.86	6.80

**Table 6.** Concentrațiile și procentul diferitelor faze de fosfor de la secțiunea Fântânele.

fosfor organic) crescând cantitatea fosforului dizolvat cu potențial de a servi ca și sursă formării fosforului autigenic.

Pe șelful distal, concentrațiile relativ mari de TOC sunt în legătură cu productivitatea primară ridicată (sugerat și de fosforul organic) și reprezintă factorul de control în compoziția asociațiilor de foraminifere bentonice dezvoltate în medii cu nivelul de oxigenare scăzut.

În mediile mai adânci (batial superior) dezvoltarea asociațiilor de foraminifere bentonice a fost influențată în principiu de fluxul de materie organică și proprietățile fizico-chimice a curenților de apă. Dominanța formelor aglutinante



**Fig. 18.** Grafic reprezentând conținutul TOC (wt %), Fe ( $\mu\text{moli Fe/g}$ ) și faze de fosfor sedimentar ( $\mu\text{moli P/g}$ ) pentru probele FA secțiunea Fântânele.



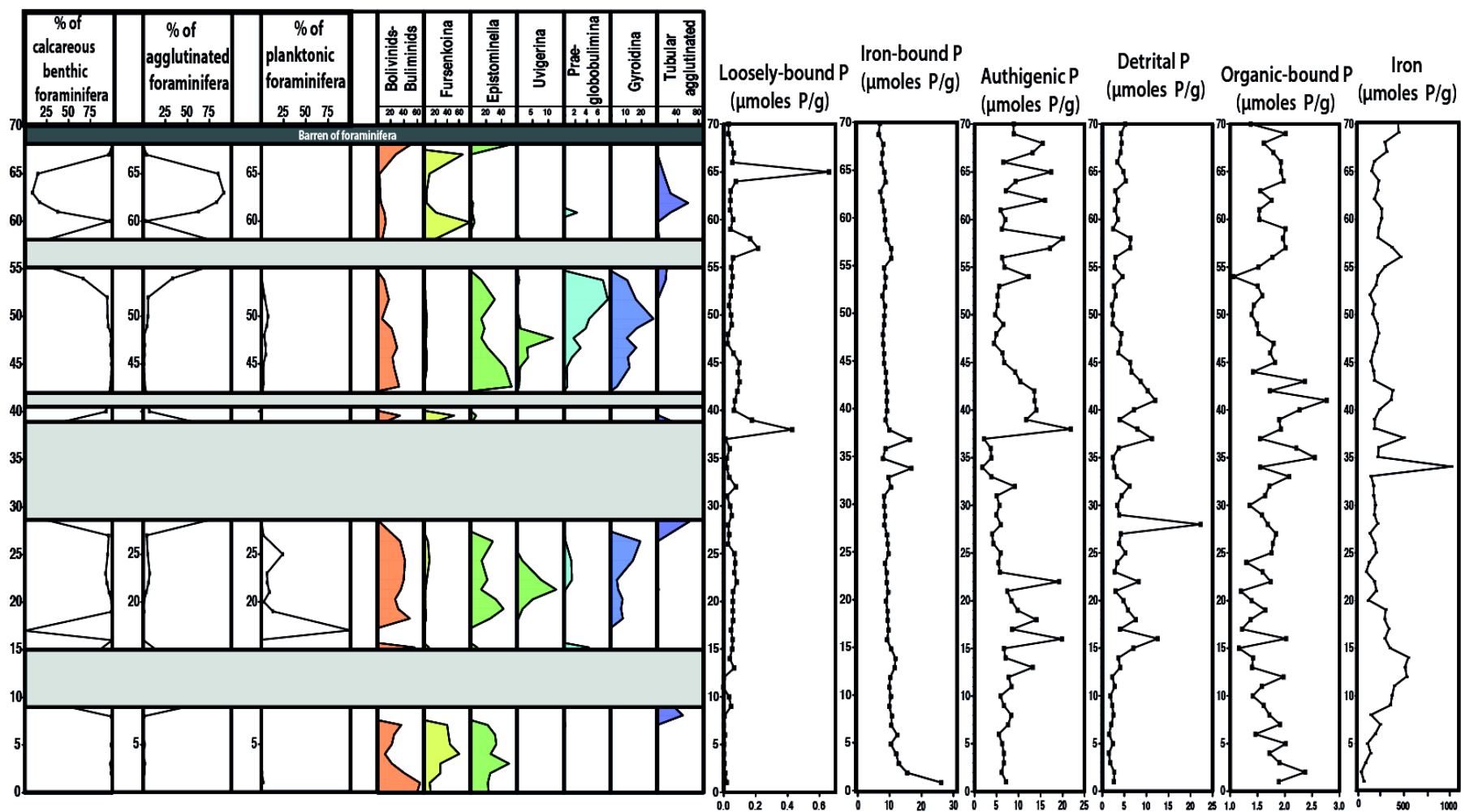


Fig. 19. Reprezentarea grafică a grupurilor importante de foraminifere și a fazelor de fosfor în probele FB1-FB70 din secțiunea Fântânele.

este legată de fluxul scăzut de materie organică (TOC scăzut), originea mixtă a materiei organice (continentală, degradată sau marină) și subsaturație în carbonat de calciu.

Variabilitatea parametrilor paleoecologici locali este probabil în strânsă legătură cu interacțiunea complexă al fluctuațiilor nivelului marin eustatic, tectonică regională, evenimente climatice și configurația paleogeografică a Bazinului Transilvaniei în contextul Paratethysului. Acestea au influențat aportul sedimentar, productivitatea primară și oxigenarea apelor la interfața sediment/apă.

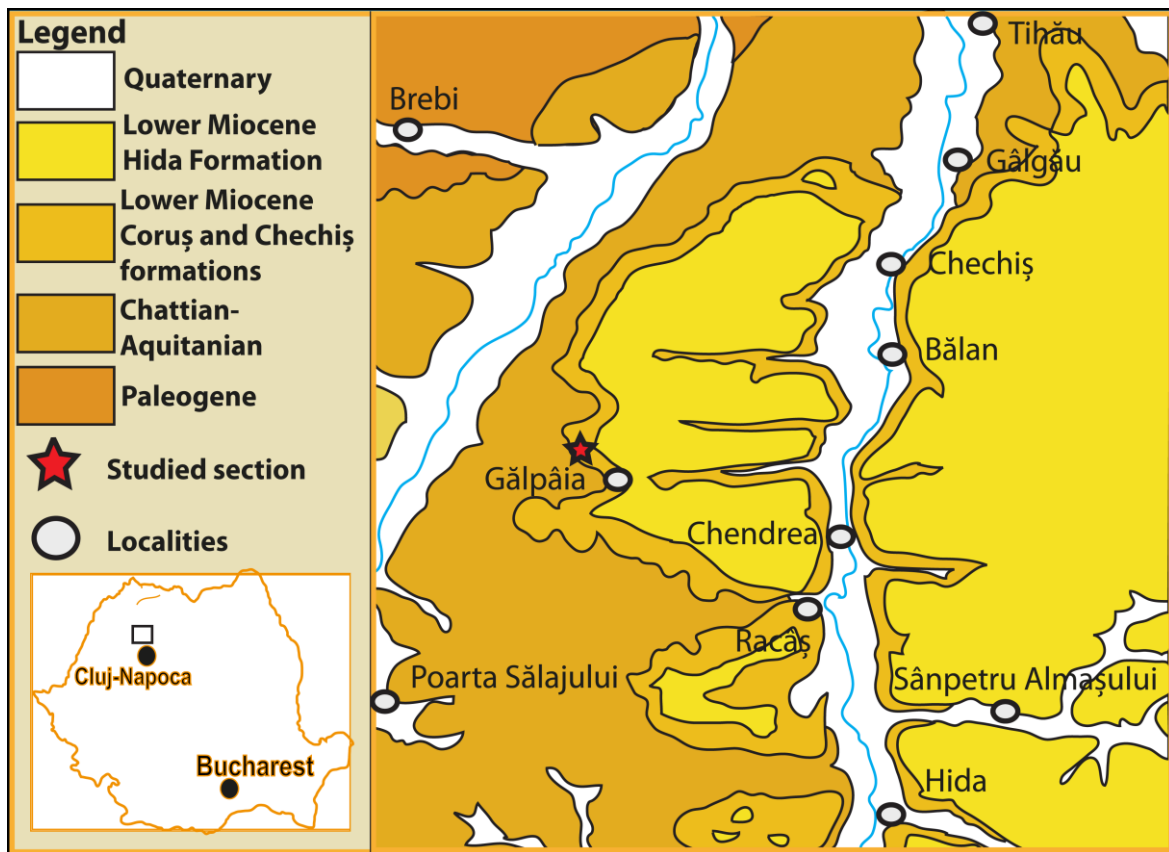
## **4.2. Secțiunea Gălpâia**

Din cadrul zonei de aflorare de vârsta Miocen Inferior (Formațiunea de Chechiș) identificată în apropierea localității Gălpâia (N 47,08154 E 23,1413; Fig. 21) au fost culese 37 de probe în vederea reconstituirilor paleoambientale pe baza analizei asociațiilor de foraminifere fosile.

Secțiunea investigate este constituită din intervale masive de argile de culoare cenușiu închis cu intercalații rare de lamine de gresii fine (Fig. 22); totodata s-au mai identificat noduli și material carbonatic. Anumite intervale sunt caracterizate de bioturbații (galerii verticale/orizontale). În succesiune sunt prezente și intercalații centimetrice regulate de argile alterate gălbui/roșiatice (Fig.22).

### **4.2.1. Biostratigrafie**

Asociațiile de foraminifere fosile planctonice sunt bine reprezentate în toată secțiunea investigată. Prezența taxonului planktonic *Globigerinoides trilobus* (probele: G1-G4, G12-G15, G19, G23, și G26-G27) a permis corelarea cu Biozona cu *Globigerinoides trilobus* (Popescu, 1975) corespunzătoare Miocenului Inferior (Acvitanian-Burdigalian). Conform autorilor Cicha et al. (1998) distribuția stratigrafică a speciilor *Cassigerinella globulosa* (Egger) și *Globigerina ottnangiensis* Rögl corespunde vârstelor Eggenburgian-Karpatian în timp ce specia *Paragloborotalia semivera* (Hornibrook) corespunde vârstelor Egerian-Eggenburgian. Pe baza taxonilor planctonici identificați și a distribuției lor stratigrafice vârsta depozitelor din secțiunea de la Gălpâia este probabil Eggenburgian.



**Fig. 21.** Harta geologică a arealului studiat cu localizarea secțiunii de la Gălpăia (modificată după Harta Geologică a României, scara 1:200000, Foaia Cluj; Petrescu & Drăghici, 1964; Beldean & Filipescu, 2011).

#### 4.2.2. Raportul Planctonice/Bentonice și paleoecologia foraminiferelor planctonice

Tendința de creștere a raportului P/B (34-66%) din partea bazală a succesiunii (probele G1-G9) ar putea indica o adâncire graduală a mediilor posibil de la neritic mediu (50-100 m) la neritic distal (100-200 m) sau batial superior (>200m). În cadrul intervalului următor (probele G10-G25) curba care reprezintă procentajul speciilor planctonice prezintă valori relativ constante cu o ușoară descreștere spre partea superioară a succesiunii (64-54%). În cadrul sedimentelor mai noi (probele G25-G27) raportul P/B prezintă o ușoară creștere (53-59%). Abundența speciilor planctonice în a doua jumătate a succesiunii sugerează oscilații ușoare ale nivelului marin.

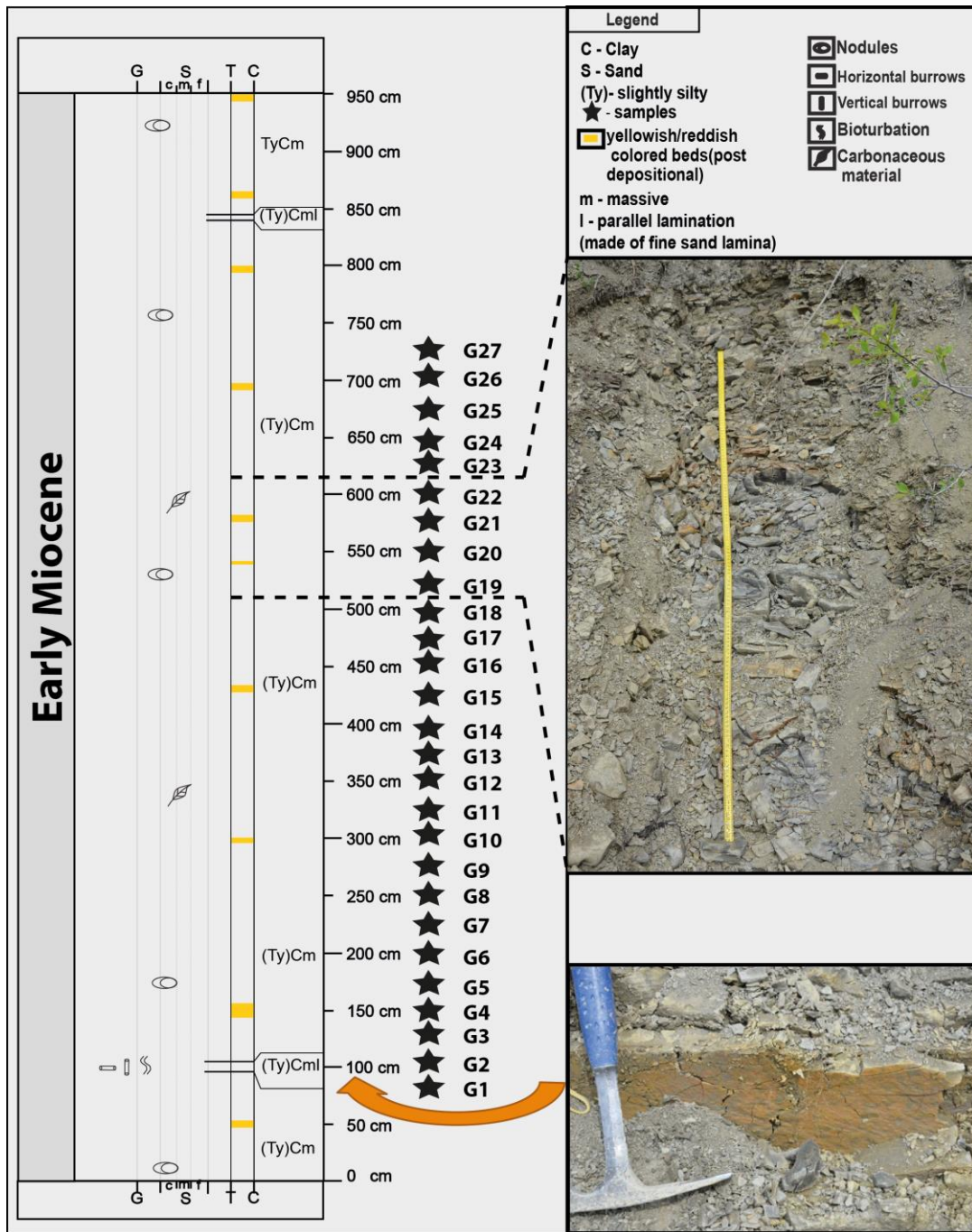
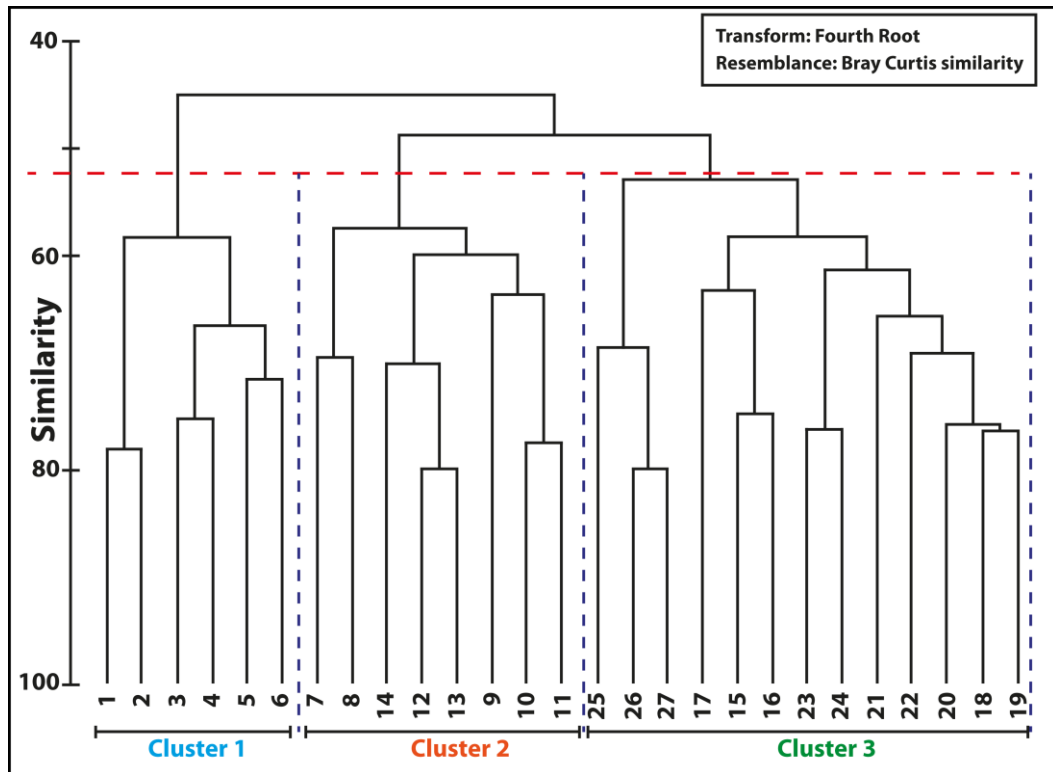


Fig. 22. Coloana litologică cu poziționarea probelor pentru secțiunea de la Gălpăia.

Asociațiile de foraminifere planctonice identificate în secțiunea de la Gălpâia sunt dominate de indicatori de ape reci-temperate; episoade cu tendință de încălzire a apelor de suprafață sunt sugerate de creșterea în abundență a speciei *Globigerinoides trilobus* (probele G12-G15). Mai mult, episoade cu productivitate primară ridicată sunt sugerate de prezența formelor microperforate de dimensiuni mici (e.g. *Tenuitella*), a globigerinidelor de dimensiuni mici cu 5 camere (e.g. *Globigerina ottnangiensis*, *G. tarchanensis*) și a prezenței grupului *Globigerina*.

#### 4.2.3. Interpretări statistice și paleomediile asociate asociațiilor de foraminifere bentonice



**Fig. 23.** Dendrograma care reprezintă hierarchical agglomerative clustering realizată pe baza matricei de similaritate Bray-Curtis a foraminiferelor bentonice. Linia orizontală punctată reprezintă tăierea de similaritate și liniile verticale punctate reprezintă delimitările clusterelor rezultate.

#### Clusterul 1

Asociațiile de foraminifere bentonice identificate în cadrul Clusterului 1 sugerează episoade cu energie ridicată a curenților, medii bine oxigenate și interval cu productivitate primară ridicată. Existența pe fundul mării a mediilor oxigenate, stabile cu flux organic ridicat a permis dezvoltarea asociațiilor de foraminifere bentonice bine diversificate în condiții de șelf extern. Creșterea raportului P/B, prezența formelor aglutinante tubulare, a morfogrupului M2a (caracteristic mediilor batiale-abisale) și descreșterea foraminiferelor aglutinante tipice șelfului indică o creștere graduală a adâncimii în cadrul Clusterului 1.

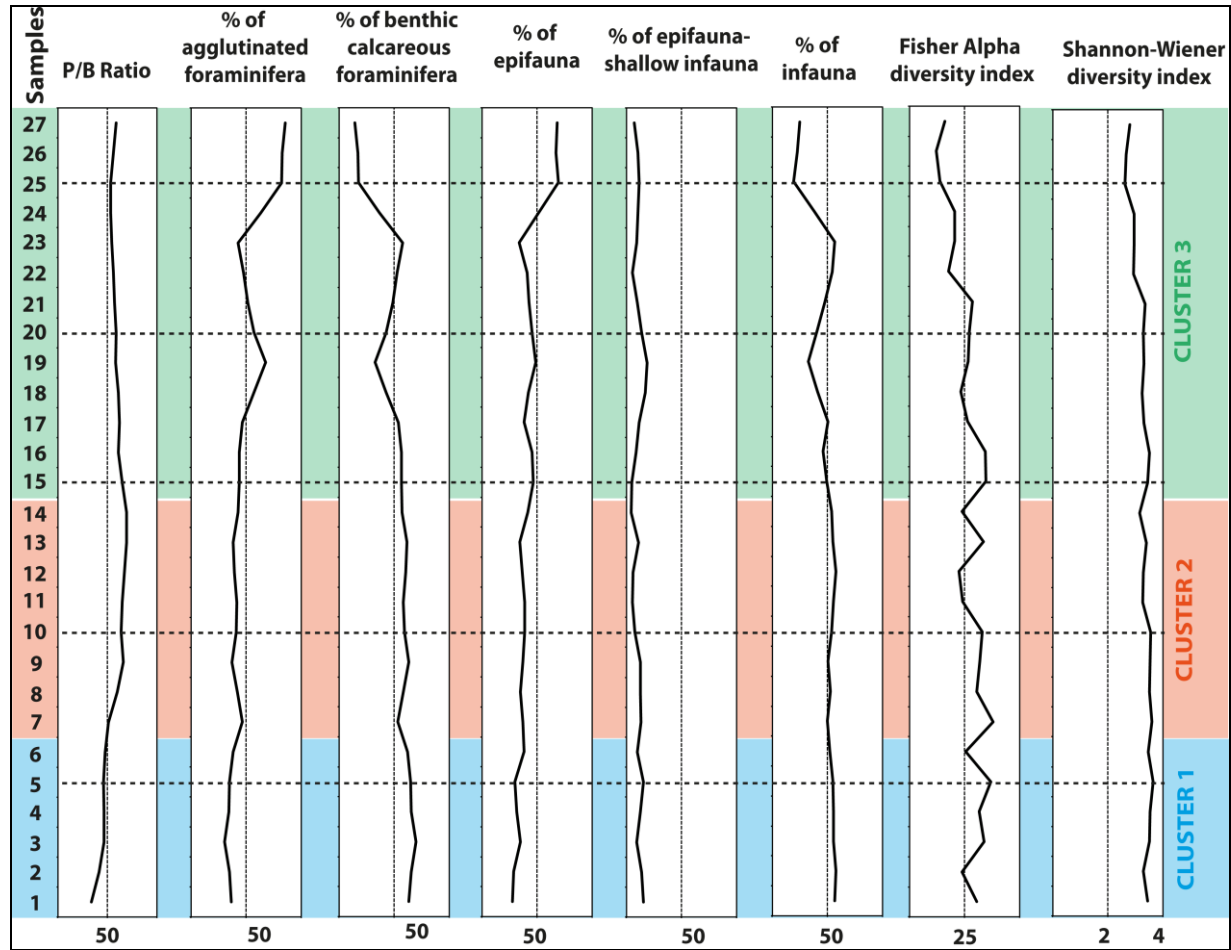
## **Clusterul 2**

Este probabil ca paleomediile identificate în cadrul Clusterului 2 să fie caracterizate de episoade mai lungi cu ape de fund oxigenate, cu energii scăzute a curenților în care formele epifaunale oxice și formele aglutinante tubulare au putut să se dezvolte. Indicatorii de productivitate primară ridicată sunt mai puțin dezvoltați și ar putea sugera episoade scurte de productivitate primară ridicată. Ușoara creștere în forme infaunale adânci (specii de *Bolivina* și *Bulimina*) ar putea sugera schimbări în adâncime sau consum de materie organică refractoare în timpul intervalelor mai oxigenate. Creșterea în adâncime este de asemenea sugerată de prezența morfogrupurilor de foraminifere aglutinante.

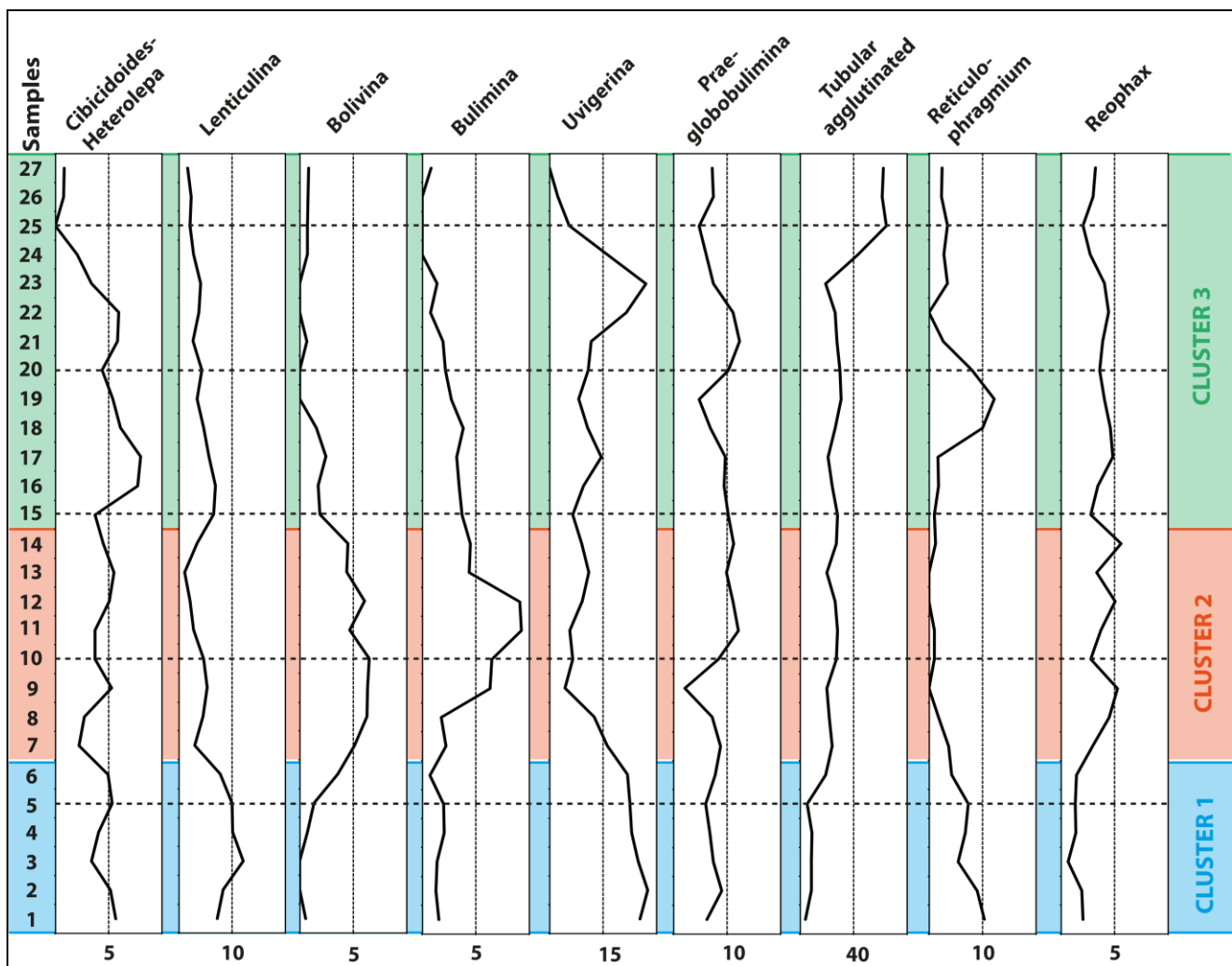
## **Clusterul 3**

Întregul interval (probele G15-G23) este caracterizat de oscilații de episoade cu energii ridicate ale curenților, productivitate primară ridicată și episoade liniștite cu flux de materie organică scăzut. În continuarea acestui interval asociațiile de foraminifere aglutinante sunt dominante abundența cea mai mare fiind realizată de formele aglutinante tubulare.

Componența asociațiilor pe acest interval poate fi legată de o adâncire a mediilor care a dus la o dezvoltare foarte scăzută a taxonilor calcaroși. Asemenea schimbări în paleobatimetrie ar putea fi sugerate de asemenea de dispariția completă a formelor aglutinante tipice pentru ape puțin adânci (morfogrupul M2c reprezentat de speciile *Vulvulina haeringensis*, *Spiroplectamina carinata* și



**Fig. 24.** Grafic realizat pe probele colectate din secțiunea de la Gălpâia: raportul P/B, procentele în care sunt prezente foraminiferele aglutinante, procentele în care sunt prezente foraminiferele bentonice calcaroase, microhabitatul foraminiferelor bentonice (procente ale formelor epifaunale, epifaunale- infaunale puțin adânci și infaunale), indicele de diversitate Fisher alpha, indicele de diversitate Shannon-Wiener



**Fig.25.** Grafic realizat pe baza analizei probelor colectate din secțiunea de la Gălpâia: procentele de abundență a celor mai importante genuri sau grupuri cu afinități paleoecologice similare.



*Spirorutilus carinatus*) în proba G18 și de creșterea general a morfogrului M2a (tipic pentru medii batiale-abisale) începând cu proba G15.

#### **4.2.4. Succesiunea paleomediilor în secțiunea de la Gălpâia**

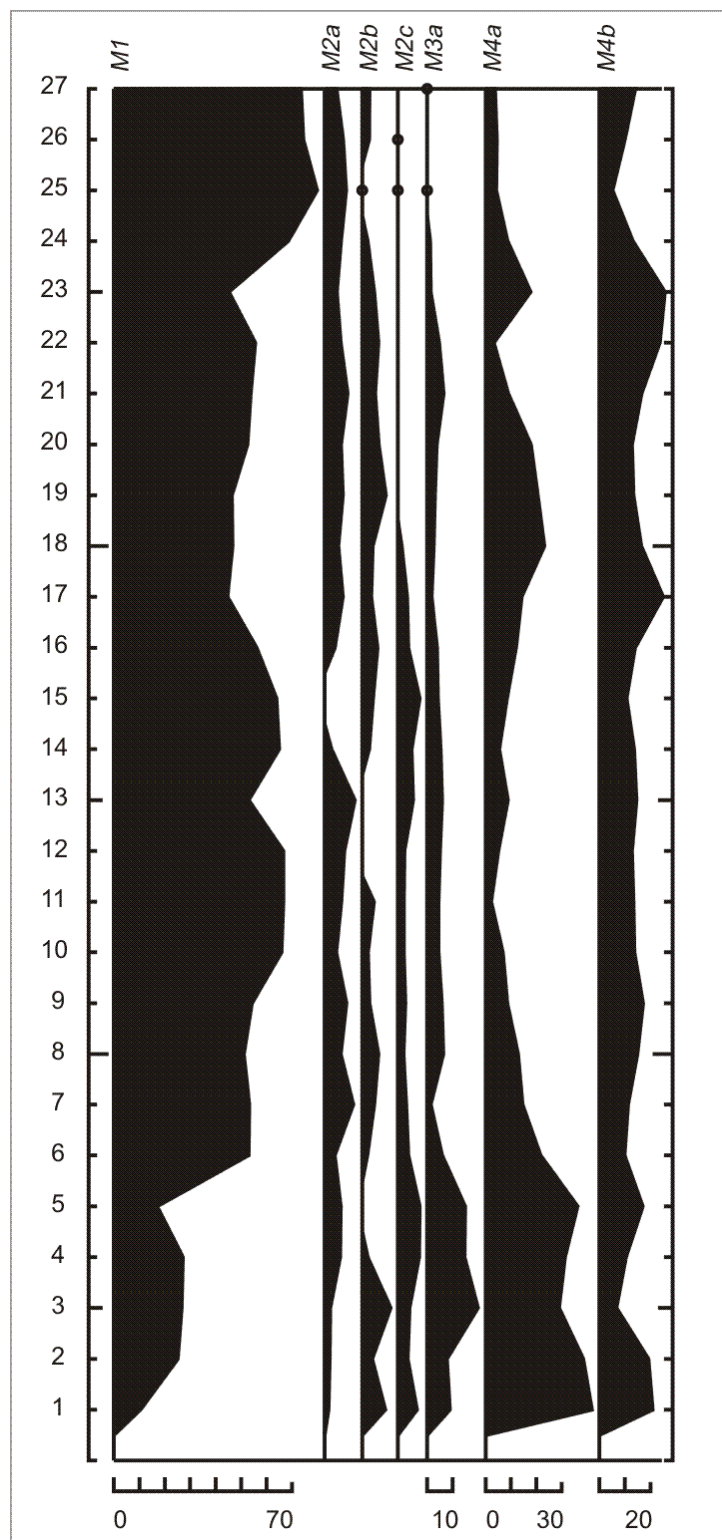
Pe baza informațiilor obținute se poate observa că sedimentele din baza succesiunii au fost depozitate probabil la adâncimi medii?-externe neritice caracterizate de episoade cu energie ridicată (demonstrate de slaba prezență a formelor aglutinante tubulare și de prezența genului *Cibicoides*), curenți de fund bine oxigenați (sugerați de prezența genului *Cibicoides*), și intervale cu o creștere a productivității primare (indicate de prezența speciilor de *Uvigerina* și *Praeglobobulimina*).

Raportul P/B sugerează o creștere graduală în adâncime în timp ce speciile de foraminifere plactonice întăresc informația existenței episoadelor de productivitate primară ridicată datorate probabil prezenței fluxului ridicat de nutrienți adusă de pe continent. Creșterea în adâncime (paleomedii neritice externe) în partea medie a succesiunii a dus la schimbări în energia curenților de fund (creșterea în abundență a speciilor aglutinante tubulare).

Schimbările în productivitatea primară pe fundul mării sunt sugerate de descreșterea în abundență a speciilor de *Uvigerina* și de creșterea în abundență a formelor aglutinante tubulare, tipice pentru medii marine în care fluxul de materie organică este scăzut. În consecință, episoadele scurte cu productivitate primară au dus la apariția mai bine dezvoltată a episoadelor în care apele de fund erau mai bine oxigenate. În astfel de medii formele epifaunale bentonice au consumat probabil materia organică labilă în timp ce foraminiferele infaunale adânci s-au hrănit cu materie organică refractară (mai multe specii de *Bolivina* și *Reophax*).

Partea superioară a succesiunii este caracterizată de oscilații a factorilor paleoecologici cum sunt intensitatea curenților de fund și productivitatea primară. Creșterea în abundență a foraminiferelor aglutinante de apă puțin adâncă în probele bazale ar putea indica oscilații de adâncime (ușoară scădere a adâncimii).

În continuarea acestui interval, dispariția completă a foraminiferelor aglutinante tipice pentru mediile marine puțin adânci (specii de *Spirorutilus*,



**Fig. 26.** Distribuția procentuală a morfogrurilor de foraminifere aglutinante definite de Kaminski, Gradstein & colaboratorii (2005). Procentele fiecărui morfogrup este calculat relativ în funcție de abundența totală a foraminiferelor aglutinante.

*Vulvulina* și *Spiroplectamina*), creșterea taxonilor indicatori de medii batiale-abisale și descreșterea în abundență a formelor bentonice calcaroase ar putea sugera o tranziție spre medii batial superioare în partea superioară a succesiunii. S-a observat totodată prezența speciilor de medii puțin adânci, acestea fiind transportate cel mai probabil.

Originea laminelor fine nisipoase poate fi pusă pe seama activității furtunilor sau a influențelor deltaice (prezența materialului cărbunos). Influența deltaică suportă informația cu privire la existența fluxului de nutrienți către mediile marine (și productivitate primară ridicată sezonieră) și energii periodice ridicate ale curenților și implicit oxigenarea curenților de fund. seasonal high primary productivity) and periodic higher current energy and consequent oxygenation of the bottom water.

Această influență a putut fi diminuată în timpul depunerii sedimentelor din partea medie a succesiunii concomitent cu o creștere a temperaturii apelor de suprafață. În zona studiată în timpul Miocenului Inferior, conform autorilor Krézsek & Bally (2006), a existat un mediu caracteristic șeflului/deltei. Bazinul a fost caracterizat de depozite de tip wedge care au crescut în grosime spre Pienide și s-au subțiat spre zona de forebulge.

### **4.3. Secțiunea Tihău**

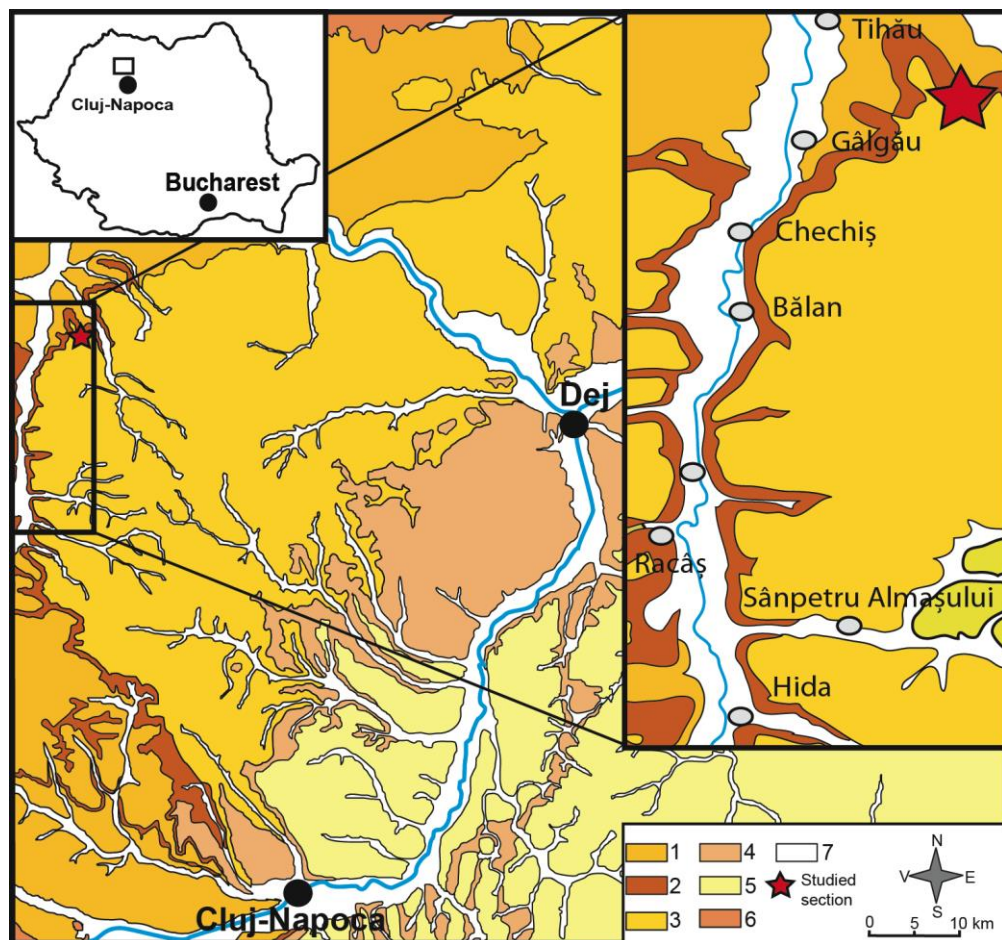
În cadrul secțiunii de la Tihău (Valea Lânii, județul Sălaj- 47°12'20.96"N, 23°20'34.32"E, fig. 28) sedimentele sunt fine siliciclastice și aparțin formațiunilor de Coruș, Chechiș și Hida; au fost colectate 19 probe dintre care 17 au fost colectate dintr-o succesiune continuă (probele T1-T17, fig. 30) restul de 2 probe fiind colectate dintr-o zonă de aflorare diferită, dispusă în partea inferioară a primei succesiuni (probele TH1 și TH2, fig. 29).

#### **4.3.1. Sedimentologie**

Depozitele transgresive care aparțin formațiunii de Coruș sunt reprezentate de pachete grosiere de gresii bine sortate care alternează cu nivele centimetrice/decimetrice de conglomerate în care sunt prezente moluște de dimensiuni mari (în special pectinide) tipice pentru zone litorale (Moisescu &

Popescu, 1980). Gresiile sunt caracterizate de stratificații încrucișate și paralele (dune subacvatice). Tranziția dintre gresiile aparținătoare Formațiunii de Coruș spre argilele bioclastice siltice-nisipoase cu glauconit aparținătoare Formațiunii de Chechiș este gradațională sau netă (Fig. 29). Deasupra acestor depozite cu glauconit sedimentele sunt alcătuite din argile cenușii (probele TH1 și TH2).

În cadrul sedimentelor argiloase aparținătoare Formațiunii de Chechiș a fost observată existența intercalațiilor decimetrice de orto- și paraconglomerate (Fig. 30). Baza depozitelor grosiere este slab erozională în timp ce spre top devine gradațională. Clastele extraformaționale au forme rotunjite și sub-rotunjite ceea ce sugerează aprovizionarea fandeltelor cu sediment fluviale.

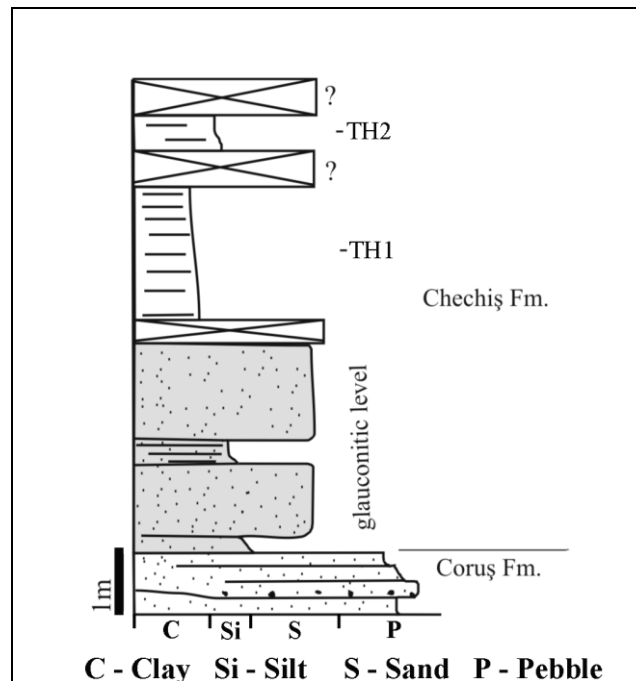


**Fig. 28.** Harta geologică a arealului studiat cu localizarea secțiunii studiate (modificată după Beldean & Filipescu, 2011). **1** - Paleogen, **2** - Miocen Inferior - puțin adânc (Formațiunile de Coruș și Chechiș), **3** - Miocen Inferior - marin adânc (Formațiunea de Hida), **4** - Badenian (Miocen Mediu), **5** - Sarmatian (Miocen Mediu), **6** - Roci metamorfice, **7** - Cuaternar.

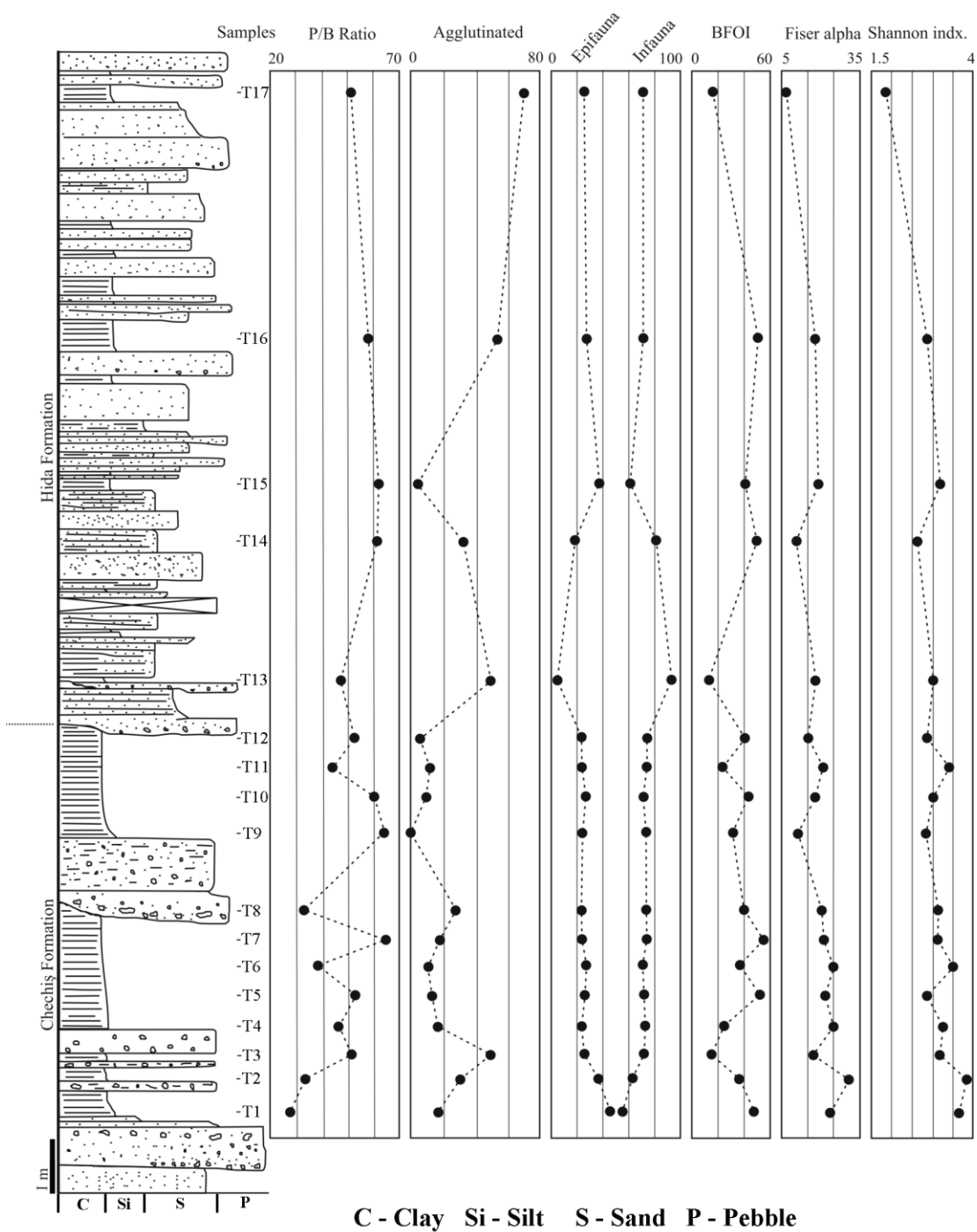
Sedimentația turbiditică specifică pentru Formațiunea de Hida a fost observată în partea medie și superioară a secțiunii studiate (Fig. 30). Aceste sedimente sunt caracterizate de intervale cu nisipuri/pietrișuiri fine sau gresii cu ciment carbonatic care alternează cu argile marnoase. Au fost identificate secvențe Bouma complete și incomplete și structuri erozionale și deformaționale ceea ce sugerează o depunere a turbiditelor în medii de conuri medii.

#### 4.3.1. Biostratigrafia și paleoecologia foraminiferelor planctonice

Asociațiile de foraminifere planctonice sunt relative bine reprezentate în succesiunea sedimentară care corespunde probelor T1-T17; în cadrul probelor TH1 și TH2 colectate din prima zonă de aflorare foraminiferele planctonice sunt prezente în procente scăzute. Prezența taxonului *Globigerinoides trilobus* (în probele T1-T12 și T14-T15) a permis corelarea cu Biozona cu *Globigerinoides trilobus* (Acvitanian-Burdigalian) descrisă de Popescu (1975). Conform autorilor Cicha et al., (1998) distribuția stratigrafică a speciilor *Globigerina ottangiensis* și *Globigerina dubia* în Paratethysul Central este Eggenburgian-Karpatian. Pe baza speciilor planctonice identificate sedimentele aparținătoare succesiunii studiate au fost probabil depuse în timpul Burdigalianului.



**Fig. 29.** Litologia Formațiunii de Coruș și baza Formațiunii de Chechiș cu poziționarea probelor colectate.



**Fig. 30.** Litologia celei de-a doua zone de aflorare din zona Tihău (Formațiunile de Chechiș și Hida), poziționarea probelor și analize statistice: raportul P/B, procentele foraminiferelor aglutinate, procentele microhabitatelor epifaunale și infaunale, indicele BFOI, indici de diversitate (indicele Fisher alpha și indicele Shannon-Wiener)

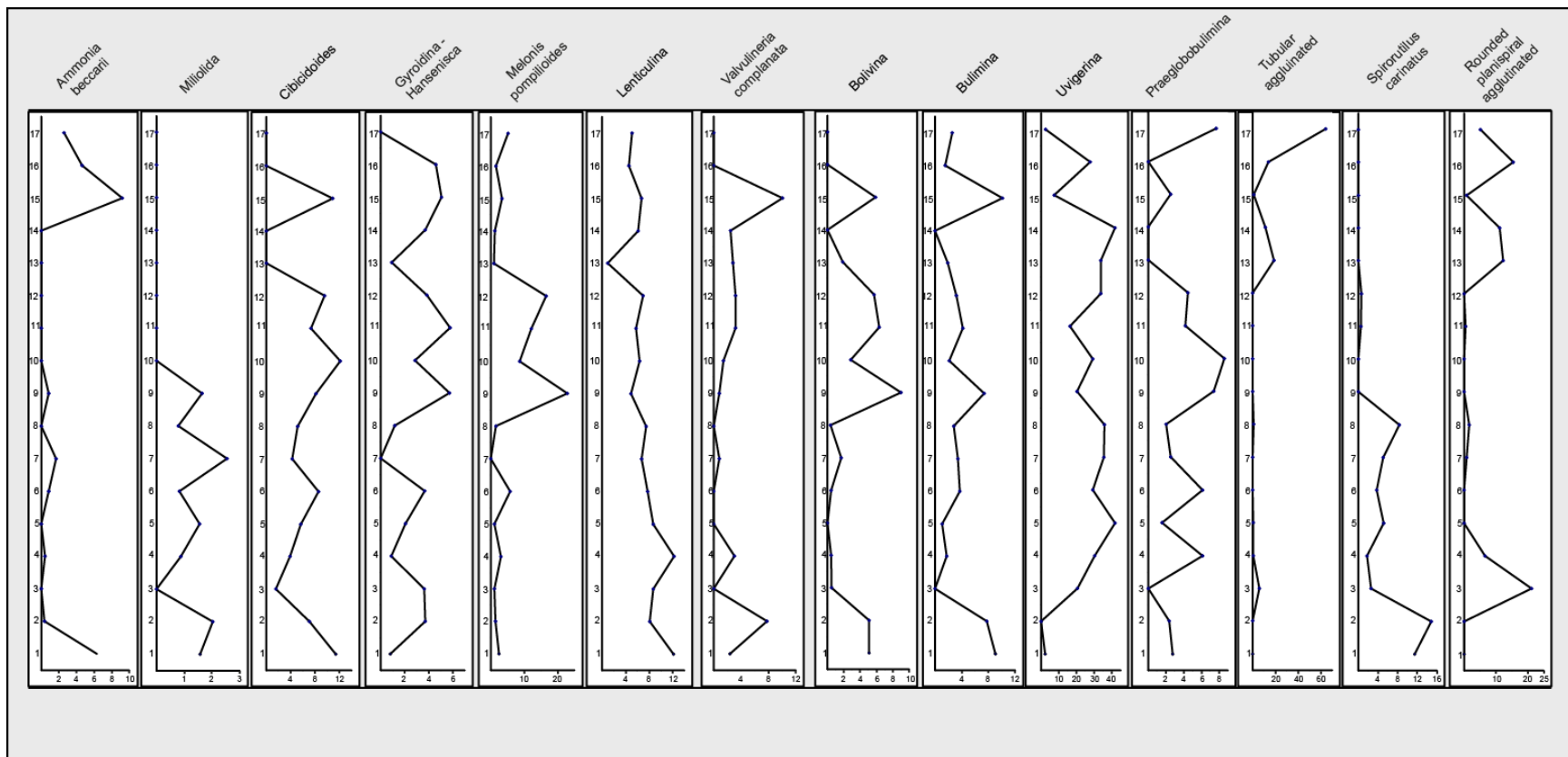


Fig. 31. Distribuția procentuală a celor mai importante specii de foraminifere bentonice, genuri sau grupuri cu afinități paleoecologice similare pentru probele T1-T17 (secțiunea Tihău)

Similar cu succesiunea de la Gălpâia, asociațiile de foraminifere planctonice de la Tihău sunt majoritar dominate de specii și grupuri indicatoare de ape reci-temperate și de productivitate primară ridicată (globigerinide de dimensiuni mici cu cinci camere; *Globoturborotalita woodi*; *Tenuitellinata*, *Tenuitella*, și *Catapsydrax* - Li et al., 1992; Spezzaferri, 1994; Spezzaferri, 1995; Spezzaferri & Ćorić, 2001; Spezzaferri et al., 2002; Rögl & Spezzaferri, 2003; Bicchi et al., 2003; Roetzel et al., 2006; Bicchi et al., 2006).

Apele de suprafață calde-temperate sunt sugerate de prezența speciilor de *Globigerinoides* (e.g. *Globigerinoides trilobus*, *G. primordius*, *G. quadrilobatus*) și *Paragloborotalia* (e.g. *Paragloborotalia continuosa* and *P. semivera*), și de specia *Globigerina ciperoensis* (Spezzaferri, 1994; Rögl & Spezzaferri, 2003; Bicchi et al., 2003; Amore et al., 2004).

Un studiu paleoclimatic detaliat bazat pe date palinologice din Miocen (Țabără & Chirilă, 2012) a demonstrat o creștere urmată de o scădere bruscă în temperaturile medii anuale în partea medie a Eggenburgianului. Probabil tendința de încălzire identificată în secțiunile de la Gălpâia și Tihău ar putea fi corelată cu evenimentul menționat de Țabără & Chirilă (2012).

#### **4.3.3. Succesiunea paleomediilor în cadrul secțiunii de la Tihău**

Asociațiile de foraminifere bentonice identificate în partea bazală a Formațiunii de Chechiș (proba TH1, fig. 29) indică pentru succesiunea sedimentară de deasupra nivelului cu glauconit medii neritice externe spre batial superioare (caracterizate de productivitate primară ridicată); acestea pot fi asociate cu nivelul maxim de inundare. Sedimentele au fost probabil depozitate în timpul unui highstand systems tract caracterizat de ultima etapă relativă de ridicare a nivelului marin.

Începând cu proba TH2 se poate interpreta o scădere în adâncime a mediilor depozitionale (neritic extern). Acest trend continua până la nivelul probei T2 unde mediile au fost caracterizate probabil de adâncimi de 50-100m. Scăderea în adâncime a paleomediilor a fost urmată de o bună oxigenare a curenților de fund și productivitate primară scăzută.

Partea superioară a Formațiunii de Chechiș (probele T3-T12) este caracterizată de oscilații minore în paleoadâncime existente în medii neritice



externe și episoade cu productivitate primară ridicată. Curenții de fund au fost relativ bine oxigenați și au alternat probabil cu episoade cu conținut de oxigen scăzut. În partea superioară a Formațiunii de Chechiș asociațiile de foraminifere bentonice sugerează productivitate primară ridicată intensă și o îmbunătățire în oxigenarea curențiilor de fund.

Partea studiată aparținând formațiunii de Hida a fost depozitată într-un setting batial superior sugerat de asociațiile de foraminifera aglutinante de adâncime mare. Un interval caracterizat de o scădere a adâncimii în partea medie a formațiunii ar putea fi interpretat pe baza prezenței formelor bentonice calcaroase. În partea superioară a formațiunii, formele calcaroase bentonice ar putea sugera o puternică tendință progradantă.

Schimbările frecvente de paleomedii în cadrul Formațiunii de Chechiș au fost probabil rezultatul schimbării ratelor între nivelul relativ al mării și inputul sedimentar de pe continent (sedimentație asociată cu fandelte prezente pe un shelf îngust).

În timpul Miocenului Inferior partea nordică a Bazinului Transilvaniei a funcționat ca un bazin flexural datorită ridicării Pienidelor (Krézsek & Bally, 2006). Sedimentele progradationale ale Formațiunii de Hida s-au dezvoltat sub control tectonic conținând asociații de foraminifere aglutinante tipice mediilor marine adânci similare cu cele descrise de Filipescu & Beldean (2008), Beldean & Filipescu (2011), și Beldean et al., (2011).

## **Capitolul 5.**

### **Taxonomie Sistematică**

Identificarea foraminiferelor s-a bazat în principal pe lucrările realizate de Bhatia (1955), Batjes (1958), Larsen & Dinesen (1959), Kümmerle (1963), Grossheide & Trunkó (1965), Popescu & Iva (1971), Popescu (1975), Sztrákos (1979), Reiser (1987), Spezzaferri (1994), Cicha et al. (1998), Horváth (2003), și Kaminski, Gradstein & colaboratorii (2005). Clasificarea foraminiferelor calcaroase este bazată pe clasificarea supragenerică realizată de Loeblich & Tappan (1988) iar pentru formele aglutinante s-a utilizat clasificarea propusă de Kaminski (2004).

## Capitolul VI.

### Concluzii

Principalul obiectiv al prezentului studiu a fost de a identifica schimbările paleoambientale în mediile marine din Bazinul Transilvaniei în intervalul Oligocen superior – Miocen inferior pe baza analizei asociațiilor de foraminifere fosile. Studiul s-a axat pe analiza Formațiunilor de Vima (Oligocen), Chechiș (Miocen inferior) și Hida (Miocen inferior) cu scopul de a reconstitui parametri paleoambientali locali care au controlat evoluția Bazinului Transilvaniei.

Analizele taxonomice au rezultat într-un studiu detaliat al speciilor de foraminifere, care au fost ilustrate în planșele atașate. Semnificația acestora pentru reconstrucțiile paleoambientale și paleoclimatice a fost discutată pe baza unor analogii moderne și vechi; un suport notabil l-au constituit datele statistice și de geochimie.

Asociații de foraminifere fosile bentonice și planctonice au fost studiate din trei deschideri reprezentative care aparțin Formațiunii de Vima în cadrul secțiunii de la Fântânele. Pe baza analizelor realizate putem concluziona că secțiunea analizată a fost de depusă în timpul Rupelianului târziu – Chattian inferior, mai precis în biozonele cu foraminifere planctonice O4 (*G. angulisuturalis*/*C. cubensis*) și O5 (*P. opima*) descrise de Wade et al., (2011).

Informațiile paleoclimatice oferite de asociațiile de foraminifere planctonice sugerează ape de suprafață reci/temperate pentru Rupelianul târziu indicând probabil o posibilă influență boreală dinspre Marea Nordului; în timpul Chattianului s-a putut observa o tendință de încălzire către ape de suprafață temperate. Schimbarea climatică observată ar putea fi contemporană cu începutul evenimentului de încălzire de la sfârșitul Oligocenului (Zachos et al., 2001) sau ca rezultat al creșterii influenței dinspre Marea Mediterană.

Reconstituirile paleoambientale bazate pe comunitățile bentonice Oligocene din partea de nord-vest a Bazinului Transilvaniei indică schimbări repetate în parametrii paleoecologici. Estimările de paleobatimetrie sugerează oscilații ale adâncimilor datorate schimbărilor nivelului marin relativ, de la șelf extern spre batial superior. Șelful extern a fost controlat de productivitate primară sezonieră, sugerată de condiții eutrofe dezvoltate temporar și abundențe locale a foraminiferului planktonic *Globigerinella roegelina*, care a

produs cantități variabile de oxigen pe substrat. Mediile batiale au evoluat sub condiții oligotrofe cu fluctuații în inputul de sedimente datorate curenților de turbiditate, conținut scăzut de oxigen periodic datorat stratificației în coloana de apă, și ape subsaturate în carbonat de calciu. Asociațiile de foraminifere bentonice sugerează pentru întreaga succesiune de la Fântânele temperaturi joase pentru apele de fund.

Parasecvențele identificate în prima și al treilea afloriment sunt asociate cu oscilații scurte ale nivelului marin. Schimbările dinamice ale asociațiilor de foraminifere între medii sunt corelate cu fluctuațiile de adâncime respectiv cu factorii paleoecologici. Dispunerea agradațională și progradațională a parasecvențelor a făcut posibilă asocierea acestor depozite cu high stand systems tract.

Informațiile geochemice sugerează faptul că din punct de vedere compozițional asociațiile de foraminifere bentonice au fost controlate de interacțiunea dintre factorii paleoecologici cum ar fi adâncimea, aportul sedimentar, activitatea curenților, productivitatea primară și fluxul de carbon organic existent pe fundul mării, calitatea materiei organice, și proprietățile fizico-chimice ale maselor de apă.

Reconstituirile paleoambientale asociate secțiunii de la Fântânele indică o dezvoltare particulară a părții nord-vestice a Bazinului Transilvaniei în contextul evoluției Paratethysului în timpul Oligocenului. Schimbările în nivelul marin în timpul Rupelianului târziu și Chattianului inferior nu coincid cu schimbările eustatice ale nivelului marin la nivel global (Haq et al., 1987) subliniind astfel efectele evoluției paleogeografice a Paratethysului sub influență geotectonică.

Posibile izolări episodice ale bazinului și activitatea tectonică regională (punerea în loc a Pânzelor Pienide) au influențat paleobatimetria și interacțiunea factorilor paleoecologici locali cum sunt aportul de sediment către bazin, productivitatea primară și conținutul de oxigen a apelor de fund.

Din punct de vedere biostratigrafic Formațiunea de Chechiș, studiată în secțiunea de la Gălpâia, poate fi considerată ca având vârsta Eggenburgian. Reconstituirile paleoambientale bazate pe asociațiile de foraminifere bentonice și planctonice indică o tendință de adâncire a mediilor de la șelf mediu-proximal posibil spre batial superior.

Influențele deltaice pot fi sugerate de ocurența foraminiferelor bentonice originare din medii mai puțin adânci, având curenți de fund puternici, nivele cu un conținut ridicat de oxigen și productivitate primară ridicată. Creșterea în adâncime a nivelului de apă a rezultat într-o descreștere a energiei apelor de fund și o retrogradare a mediilor, acestea având consecințe asupra productivității primare și consecvent o scădere bruscă a fluxului de materie organică pe fundul mării. Posibilele medii batial superioare au fost caracterizate de oscilații ale factorilor paleoecologici cum sunt energia apelor de fund și productivitatea primară.

O imagine mai completă din Miocenul Inferior a fost realizată în cadrul secțiunii de la Tihău. Datele biostratigrafice au permis corelarea depozitelor cu Biozona cu *Globigerinoides trilobus* descrisă de Popescu (1975) de vârstă Burdigalian.

Informațiile paleoambientale obținute pe baza analizei asociațiilor de foraminifere fosile sugerează schimbări frecvente între shoreface inferior și batial superior pentru Formațiunea de Chechiș și medii batial superioare pentru Formațiunea de Hida. Distribuția asociațiilor de foraminifere bentonice în cadrul secțiunii indică fluctuații la nivelul productivității primare și al nivelului de oxigenare a apelor de fund.

Corelarea dintre informațiile sedimentologice și asociațiile de foraminifere au dus la conturarea evoluției bazinului de sedimentare:

1. Depozitele grosiere ale Formațiunii de Coruș reprezintă prima etapă a transgresiunii marine în această zonă;
2. Faciesul glauconitic din baza formațiunii de Chechiș poate fi asociat cu suprafața maximă de inundare;
3. Sedimentele aparținătoare părții medii și superioare din cadrul Formațiunii de Chechiș au fost depozitate pe un șelf îngust, probabil legat cu dezvoltarea unei delte asociat cu un highstand timpuriu;
4. Sedimentația turbiditică specifică pentru Formațiunea de Hida a continuat sub control tectonic regional (flexurarea și ridicarea Pienidelor spre nord), în medii adânci în timpul highstand și progresiv în medii mai puțin adânci în timpul scăderii al nivelului marin.

Asociațiile de foraminifere planctonice din cadrul Formațiunii de Chechiș identificate în ambele secțiuni (Gălpâia și Tihău) indică o tendință de încălzire a apelor de suprafață, posibil în legătură cu evenimentul de încălzire care a avut loc în partea a doua a Eggenburgianului (Țabără & Chirilă, 2012)

Sucesiunea paleomediilor a permis pentru secțiunile studiate reconstituirea la scară largă a fluctuațiilor de nivel marin. Nivelul marin eustatic global (Haq et al., 1987; Hardenbol, 1998) coincide doar parțial cu reconstrucția curbei nivelului marin subliniind importanța tectonicii regionale de asemenea responsabilă pentru generațiile ciclurilor de ordin ridicat. Așadar, prezentul studiu oferă o imagine de ansamblu a distribuției spațiale și temporale a asociațiilor de foraminifere și a evoluției paleomediilor în partea de nord-vest a Bazinului Transilvaniei în timpul Oligocenului și Miocenului. De asemenea oferă informații importante pentru corelări faciesale locale și regionale și permite reconstituirea unor părți a istoriei bazinului sub controlul dinamicii Pienidelor.

## **Bibliografie selectivă**

**Arnott, R.W.C.**, 1995. The parasequence definition - are transgressive deposits inadequately addressed? *Journal of Sedimentary Research*, B65: 1-6.

**Aroldi, C.**, 2001. The Pienides in the Maramureș. *Sedimentation, Tectonics and Paleogeography*. Cluj-University Press, Cluj-Napoca, 156 pp.

**Behar, F., Beaumont, V. & Penteado, H.L. De B.**, 2001. Rock-Eval 6 Technology: Performances and Developments. *Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP*, 56(2): 111-134.

**Beldean, C.**, 2010. Relația dintre asociațiile de foraminifere fosile și mediile depoziționale din Formațiunea de Hida (Nord-vestul Bazinului Transilvaniei). Unpublished PhD Thesis, "Babeș-Bolyai" University, Cluj-Napoca.

**Beldean, C. & Filipescu, S.**, 2011. "Flysch-type" agglutinated foraminifera from the Lower Miocene of the Transylvanian Basin (Romania). In: Kaminski, M.A. & Filipescu, S., (Eds.). *Proceedings of the Eighth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 16, pp. 1-18.

**Beldean, C., Filipescu, S., Aroldi, C., Iordache, Gh. & Bindiu, R.**, 2011. Foraminiferal assemblages and Early Miocene paleoenvironments in the NW Transylvanian Basin. *Acta Paleontologica Romaniaae*, 7: 9-16.

**Beldean, C., Filipescu, S. & Bălc, R.,** 2012. Paleoenvironmental and biostratigraphic data for the Early Miocene of the north-western Transylvanian Basin based on planktonic foraminifera. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(1): 171-184.

**Berggren, W.A., Kent, D.V., Swisher III, C.C. & Aubry, M.P.A.,** 1995. Revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: Berggren, W.A., Kent, D.V. & Hardenbol, J., (eds.). *Geochronology, time scale and global stratigraphic correlations: a unified temporal framework for a historical geology*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 54: 129-212.

**Bindiu, R. & Filipescu, S.,** 2011. Agglutinated Foraminifera from the Northern Tarcău Nappe (Eastern Carpathians, Romania). *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Geologia*, 56 (2): 31-41.

**Blow, W.H.,** 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: Brönnimann, P. & Renz, H.H. (Eds.). *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, Geneva, Leiden, 1: 199-421.

**Căţuneanu, O.,** 2006. *Principles of Sequence Stratigraphy*. Elsevier, Amsterdam, 386 pp.

**Cicha, I., Rögl, F., Rupp, Ch. & Ctyroka, J.,** 1998. Oligocene – Miocene Foraminifera of the Central Paratethys. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 549: 325 pp.

**Delaney, M.L.,** 1998. Phosphorus accumulation in marine sediments and the oceanic phosphorus cycle. *Global Biogeochemical Cycles*, 12(4): 563– 572.

**Espitalié, J., Deroo, G., Marquis, F.,** 1985. La pyrolyse Rock-Eval et ses applications (deuxième partie). *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 40: 755–784.

**Filipescu, S.,** 2011. Cenozoic lithostratigraphic units in Transylvania. In Bucur, I.I. & Săsăran, E. (Eds.), *Calcareous algae from Romanian Carpathians. Field Trip Guide Book*, Tenth International Symposium on Fossil Algae, Cluj-Napoca, Romania, 12-18 September, Cluj University Press, pp. 37-48.

**Filipescu, S. & Silye, L.,** 2008. New biozones of planktonic foraminifera in the Middle Miocene of the Transylvanian Basin as potential opportunities for the Paratethyan stratigraphy. *Geologica Carpathica*, 59(6): 537–544.

**Föllmi, K.B.,** 1996. The phosphorus cycle, phosphogenesis and marine phosphate-rich deposits. *Earth-Science Reviews*, 40, pp. 55-124.

**Harzhauser, M. & Piller, W.E.,** 2007. Benchmark data of a changing sea – Palaeogeography, Palaeobiogeography and events in the Central Paratethys during the Miocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253: 8–31.

**Horváth, M.,** 2003. Data to revision and distribution of small Foraminifera species described by Hantken (1868, 1875). Part II. Nodosariidae and Vaginulinidae. *Fragmenta Palaeontologica Hungarica*, 21: 5-32.

**Jones, R.W. & Charnock, M.A.**, 1985. "Morphogroups" of agglutinated foraminifera. Their life positions and feeding habits and potential applicability in (paleo)ecological studies. *Revue de Paléobiologie*, 4: 311–320.

**Jorissen, F.J.**, 2002. Benthic Foraminiferal Microhabitats below the Sediment-Water Interface. In: Sen Gupta, B.K. (Ed.), *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, pp. 161-180.

**Jorissen, F.J., Fontanier, C. & Thomas, E.**, 2007. Paleocyanographical proxies based on deep-sea benthic foraminiferal assemblage characteristics. In: Hillaire-Marcel, C. & de Vernal, A. (Eds.), *Developments in Marine Geology, Volume 1. Proxies in Late Cenozoic Paleocyanography, Part 2 – Biological tracers and biomarkers*, Elsevier, pp 263-325.

**Kaminski, M.A., Gradstein, F.M. & collaborators**, 2005. *Atlas of Paleogene Cosmopolitan deep-water Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 10, 546 + vii pp.

**Kováč, M., Baráth, I., Harzhauser, M., Hlavatý, I. & Hudáčková, N.**, 2004. Miocene depositional systems and sequence stratigraphy of the Vienna Basin. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 246: 187-212.

**Krézsek, Cs. & Bally, A.W.**, 2006. The Transylvanian Basin (Romania) and its relation to the Carpathian fold and thrust belt: Insights in gravitational salt tectonics. *Marine and Petroleum Geology*, 23: 405-442.

**Leckie, R.M. & Olson, H.C.**, 2003. Foraminifera as proxies for sea-level change on siliciclastic margins. In: Olson, H.C. & Leckie, R.M. (Eds.), *Micropaleontologic Proxies for Sea-Level Change and Stratigraphic Discontinuities*. SEPM Society for Sedimentary Geology, SEPM Special Publication 75, pp. 5-19.

**Murray, J.W.**, 2006. *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, Cambridge. 438 pp.

**Nagyvarosy, A.**, 1990. Paleogeographical and paleotectonical outlines of some Intracarpethian Paleogene basins. *Geologicky Zbornik, Geologica Carpathica*, 41(3): 259-274.

**Popescu, G. & Brotea, D.**, 1994. Evolution of the Transylvanian foraminiferal assemblages during Late Oligocene and Middle Miocene. In: Nicorici, E., Bedeleian, I., Mészáros, N. & Petrescu, I. (Eds.). *The Miocene from the Transylvaniann Basin, Romania. Geological Formations of Transylvania, Romania 4*, Cluj-Napoca, Romania, pp. 119–124.

**Popov, S.V., Rögl, F., Rozanov, A.Y., Steininger, F.F., Shcherba, I.G. & Kováč, M.**, 2004. Lithological-Paleogeographic maps of Paratethys. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 250, 46 pp.

**Rögl, F.**, 1994. *Globigerina ciperoensis* (Foraminiferida) in the Oligocene and Miocene of the Central Paratethys. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 96 A: 133-159.

**Rögl, F.**, 1999. Mediterranean and Paratethys. Facts and hypothesis of an Oligocene to Miocene paleogeography (short overview). *Geologica Carpathica*, 50: 339–349.

**Ruttenberg K.C., Ogawa N.O., Tamburini F., Briggs R.A., Colasacco N.D., & Joyce, E.,** 2009. Improved, high-throughput approach for phosphorus speciation in natural sediments via the SEDEX sequential extraction method *Limnology and Oceanography, Methods* (7): 319–333.

**Spezzaferri, S.,** 1995. Planktonic foraminiferal paleoclimatic implications across the Oligocene-Miocene transition in the oceanic record (Atlantic, Indian and South Pacific). *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 114: 43-74.

**Spezzaferri, S., Rögl, F., Ćorić, S. & Hohenegger, J.,** 2004. Paleoenvironmental changes and agglutinated foraminifera across the Karpatian/Badenian (early/Middle Miocene) boundary in the Styrian Basin (Austria, Central Paratethys). In: Bubík, M. & Kaminski, M.A. (Eds.), *Proceedings of the sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 8, pp. 423-459.

**Şuraru, N.,** 1967. Beiträge zur Kenntnis des Burdigals im nordwestlichen teil des Siebenbürger Beckens zwischen Cluj und Surduc (Rumänien). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 8: 489-497.

**Țabără, D. & Chirilă, G.,** 2012. Paleoclimatic estimation from Miocene of Romania, based on palynological data. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(2): 195-208.

**Van Der Zwaan, G.J., Jorissen, F.J. & De Stigter, H.J.,** 1990. The depth dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios: constraints and applications. *Marine Geology*, 95: 1–16.

**Wade, B.S., Pearson, P., Berggren, W.A. & Pälike, H.,** 2011. Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth-Science Reviews*, 104: 111–142.

**Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. & Billups, K.,** 2001. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science*, 292: 686-693.

## **Mulțumiri**

În primul rând as dori să îi mulțumesc coordonatorului meu de doctorat, Prof. Dr. Filipescu Sorin pentru propunerea unei teme interesante de doctorat, pentru îndrumarea științifică și pentru suportul moral și logistic de-a lungul acestor ani.

Aș dori să îi mulțumesc lui Dr. Silvia Spezzaferri (Universitatea Fribourg, Elveția) pentru ajutorul acordat în timpul petrecut în Fribourg, pentru discuțiile interesante și pentru că mi-a oferit oportunitatea să particip în croaziera de cercetare Eurofleets. Multe mulțumiri pentru Christophe Neururer pentru



ajutorul tehnic acordat în timpul sesiunilor SEM și pentru colegii de la Fribourg pentru prietenia lor.

Le mulțumesc referenților pentru răbdarea de a citi și a evalua acest manuscris.

Adresez mulțumiri colegilor de la Departamentul de Geologie, Facultatea Babeș-Bolyai, pentru prietenia lor de-a lungul anilor. Mulțumiri speciale pentru Raluca Bindiu pentru companie și discuțiile științifice avute, Claudia Beldean pentru discuțiile constructive și ajutorul acordat pe teren.

Îi mulțumesc lui Răzvan Bercea pentru deplasările pe teren și pentru discuțiile interesante avute pe seama sedimentologiei. Mulțumiri și pentru Mădălina Kallanxhi pentru datele pe nannoplanctonul calcaros, Dr. Lucian Barbu-Tudoran pentru ajutorul acordat în timpul sesiunilor SEM.

Adresez mulțumiri familiei mele care m-a susținut moral și financiar în toți acești ani și pentru prietena mea Reli pentru ajutorul acordat și răbdarea ei.

Această lucrare este rezultatul cercetării doctorale ce a fost posibilă prin sprijinul financiar oferit prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, cofinanțat prin Fondul Social European, în cadrul proiectului POSDRU/159/1.5/S/133391, cu titlul "Programe doctorale și post-doctorale de excelență pentru formarea de resurse umane înalt calificate pentru cercetare în domeniile Științele Vieții, Mediului și Pământului".

Acest proiect de cercetare a mai fost finanțat de către grantul Sciex 12.116, Fundația Grzybowski, grantul Brian J. O'Neill Memorial și S.N.G.N. Romgaz (Contract 18/2011).