

Πρακτικά		4ου Συνεδρίου		Μάϊος 1988	
Αελλ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ. XXIII/2	σελ. 21-31	Αθήνα 1989		
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens		

APERCU BICSTRATIGRAPHIQUE, PALEOBIOGEOGRAPHIQUE ET PALEOECOLOGIQUE DE LA FAUNE DES ECHINIDES EN YUGOSLAVIE

J. MITROVIC-PETROVIC

ABSTRACT

Sur la base de 354 espèces d'échinides provenant des sédiments triassiques, jurassiques, crétacés, éocènes, oligocènes et miocènes nous pouvons constater que: l'importance biostratigraphiques des échinides est très grande /cela se rapporte surtout aux Irreguliera; les échinides mésozoïques et paléogènes sont liés au géosynclinal méditerranéen - Tethys, tandis que les échinides miocènes sont liés à Paratethys: ils sont un très bon indicateur pour l'environnement.

La faune des échinides sur le territoire de Yougoslavie est très riche et variée; pourtant on n'a trouvé aucune espèce jusqu'à présent dans les sédiments paléozoïques, tandis qu'elle est représentée assez inégalement dans certains périodes du mésozoïque et du cénozoïque.

De 354 espèces déterminées en tout, le plus grand nombre est lié au crétacé (139), ensuite, suivant le nombre, les espèces miocènes (95), éocènes (91), jurassiques (10), oligocènes (6) et triassiques (5). Les espèces triassiques ne sont représentées que par des piquants des échinides réguliers. (Fig. 1).

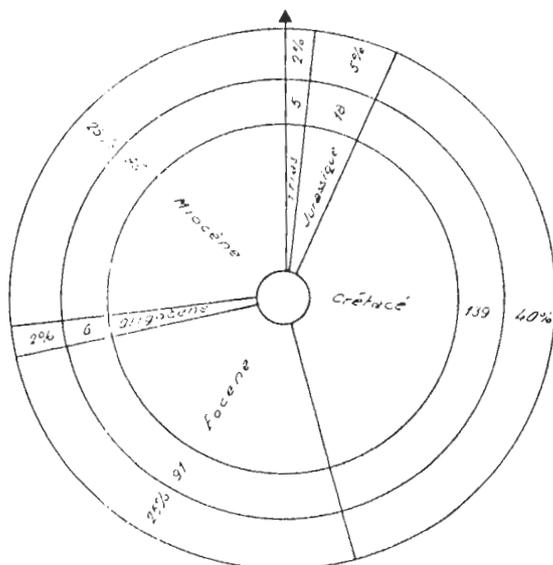


Fig. 1
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστos" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Les échinides sont, donc, présents dans toutes les périodes du mésozoïque (quoique leur nombre soit petit au cours de trias et du jurassique, tandis qu'en tertiaire ils sont liés seulement aux sédiments de l'âge éocène, oligocène et miocène. Les sédiments paléocènes sur le territoire de Yougoslavie occupent très peu d'espace et ils sont surtout du caractère saumâtre et d'eau douce et cela explique l'absence des échinides fossiles dans ces sédiments. Le cas analogue est celui des sédiments oligocènes, c'est pourquoi la faune oligocène des échinides est très pauvre (on ne connaît jusqu'à présent que 6 espèces). Le pliocène de nos régions est exclusivement du caractère saumâtre et d'eau douce et les échinides sont absolument absents.

Cette abondance des matériaux a permis l'étude de ce groupe sous tous les aspects, mais cette fois-ci on n'examinera que les caractéristiques biostratigraphiques, paléobiogéographiques et paléoécologiques.

BIOSTRATIGRAPHIE

La faune des échinides la plus ancienne trouvée en Yougoslavie provient du trias. Suivant de développement des échinides à travers les périodes des plus anciens jusqu'aux plus jeunes, on peut constater qu'ils sont au point de vue stratigraphique très intéressante. Dans chaque période et étage on peut distinguer non seulement les espèces, mais même les genres, qui à cause de leur petite extension verticale et grande extension horizontale ont une importance biostratigraphique spéciale.

Nous ne citerons que les exemples les plus typiques pour chaque période, sauf pour le trias dont les formes sont représentées seulement par les piquants des échinides réguliers sans aucune valeur stratigraphique.

Dans les sédiments de l'âge jurassique la présence de genre *Clypeus* est d'une importance particulière. C'est le genre exclusivement jurassique, dont la première apparition est notée à l'étage bajocien. Au cours de l'étage bajocien déjà, et surtout à l'étage bathonien il atteint sa pleine floraison. Au callovien et l'oxfordien il représente une véritable rareté (dans chaque de ces étages on ne connaît qu'une espèce de ce genre), et aucune espèce n'est trouvée au kimmeridgien et au portlandien. Par conséquent le genre *Clypeus* est caractéristique surtout pour les sédiments jurassiques moyens. Sa petite extension verticale et son extension horizontale remarquable (il est connu du grand nombre de pays européens et africains) lui donne une importance stratigraphique particulière. D'autre part, ses caractéristiques morphologiques sont très spécifiques et à cause de cela il est possible de donner une détermination générique même selon les fragments du squelette, ce qui suffit déjà pour déterminer l'âge du jurassique moyen. S'il est possible de déterminer les espèces aussi, cela permet les divisions stratigraphiques plus fines, c'est à dire séparation des étages bajocien et bathonien. Ainsi sur la base de 5 espèces de ce genre à Staro Selo (Serbie de l'Est) on a déterminé l'âge bathonien, tandis que tous les explorateurs précédents ont été d'avis qu'ils appartenaient au jurassique moyen ou à l'étage bajocien-bathonien sans possibilité pour une division plus précise. Dans les sédiments du jurassique supérieur - tithonique on n'a trouvé que des échinides réguliers, qui, du point de vue biostratigraphique, ne sont pas très importants (Tab. I).

La faune crétaée des échinides en Yougoslavie est la plus riche (on a constaté 139 espèces).

Au valanginien et à l'hautevrien se sont les représentants des réguliers qui dominent et ils sont assez indifférents au point de vue stratigraphique (Tab. I). La présence de l'espèce *Heteraster oblongus* d'Orb. au barremien est importante, étant donné qu'on la rencontre exclusivement dans cet étage. L'espèce *Codochinus rotundus* Desor est l'indicateur précis de l'âge aptien. Pour les sédiments albiens c'est l'espèce *Discoidea conica* Desor qui est très importante, non seulement qu'on la rencontre exclusivement à l'albien, mais aussi à cause de sa grande extension horizontale et de ses caractéristiques morphologiques, si bien qu'on puisse la reconnaître facilement déjà sur le terrain. A côté d'elle les indicateurs importants de l'albien sont

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

encore: *Discoidea rotula* Ag., *Holaster loevis* Ag., *Echinoconus nucula* d'Orb. et autres.

L'âge cénomanien est indiqué par plusieurs espèces d'échinides: *Holaster subglobosus* Ag., *H. nodulosus* Goldf., *Discoidea cylindrica* Ag., *Echinoconus rhotomagensis* d'Orb., *Codiopsis doma* Ag., *Cottaldia benettiae* Cott. et autres. Elles sont toutes cénomaniennes et par là également importantes.

Au turonien les échinides sont assez rares, mais pas sans importance biostratigraphique. Les espèces typiques sont: *Discoidea minima* Ag., *Micraster michelini* Ag., *Hemiaster jacksoni* Maury.

Les sédiments cénoniens abondent en échinides d'importance biostratigraphique extraordinaire. Les genres *Micraster*, *Echinocorys*, *Hemiaster* sont très importants et représentés par plusieurs espèces, aussi bien que le genre *Clypeolampas* avec quelques espèces et le genre *Guettaria* avec une espèce - *G. angladoi* Gauth.

Pour l'étage danien ce qui est caractéristique c'est la présence de plusieurs espèces du genre *Echinocorys* qu'on ne rencontre ni dans les sédiments plus anciens, ni dans les sédiments plus jeunes (*E. pentagonalis* Kong., *E. obliquus* (Nills) Ravn.).

La plupart des espèces éocènes appartient à l'éocène moyen. Il faut souligner le genre *Conoclypus* qui a apparu, fleuri et disparu à l'éocène. Son apparition fréquente sur nos terrains est d'une grande importance biostratigraphique. L'espèce *Conoclypus conoideus* Ag. est caractéristique pour l'éocène moyen et à côté d'elle encore de nombreuses espèces du genre *Eupatagus*, *Lintia*, *Echinanthus*, *Echinolampas*, *Pericosmus* (Tab. I).

En Yougoslavie on a découvert jusqu'à présent une seule localité avec la faune des échinides de l'âge oligocène assez pauvre. On n'a déterminé que 6 espèces qui appartiennent aux genres *Echinolampas* (*E. cherichirensis* Gauth.), *Spatangus* (*S. damosi* Ebert) et *Macropneustes* (*M. meneghinii* Des.).

Les sédiments miocènes de Yougoslavie abondent en échinides. Trois genres sont dominants: *Clypeaster*, *Echinolampas* et *Scutella* avec un nombre énorme d'espèces. La plupart est liée au miocène moyen, mais il n'a pas été possible de faire les divisions plus détaillées des sédiments du miocène moyen. La plupart des espèces est présente dans le miocène moyen entier. Certaines sont caractéristiques seulement pour le karpatrien, certaines seulement pour le badénien, et on peut dire très rarement pour quelle partie du karpatrien ou badénien l'espèce en question est caractéristique. Ainsi, par exemple, d'après Schaffer (1960) *Scutella multiconcava* est caractéristique pour le badénien inférieur et *Sc. styriaca* Schaf., pour le badénien moyen (Tab. I).

Les échinides miocènes ont une importance bien plus grande comme des fossiles faciaux, parce que chacun des nombreux lithofaciès qui apparaît au miocène moyen: faciès des sables, faciès des conglomérats, faciès argilleux etc., se distingue par une faune d'échinides particulière.

D'après tout ce qui est dit jusqu'à présent sur le développement de la faune des échinides à partir des périodes plus anciennes jusqu'aux plus jeunes on peut remarquer:

1. En général la faune des échinides est très intéressante, au point de vue stratigraphique, pour nos terrains. Pour chaque période et pour chaque étage on peut distinguer non seulement certains espèces, mais aussi les genres qui à cause de leur petite extension verticale et grande extension horizontale ont une importance stratigraphique particulière.

2. Considérée en général, la faune des échinides mésozoïques (jurassique-crétacé) a une valeur plus grande par rapport à celle du tertiaire.

3. Dans le cadre de la faune des échinides tertiaires, les genres et les espèces éocènes sont au point de vue stratigraphique plus intéressants que ceux du miocène.

4. Les espèces des échinides miocènes dans nos régions ne peuvent pas être utilisées pour les divisions stratigraphiques plus fines. Elles ont une importance bien plus grande comme des indicateurs du milieu.

Les espèces des échinides les plus indicatives au point de vue biostratigraphique

5. sur nos terrains, dans plusieurs cas on a pour la première fois documenté l'âge de certains sédiments selon les échinides (par ex. l'étage danien dans le défile de Duga, non loin de Niksic (J.Mitrovic-Petrovic, 1976), ou bien on a fait la révision des opinions antérieurs (les sédiments de Klenje dans les environs de Beograd ont été considérés albiens-cénomaniens, tandis que la faune des échinides indique exclusivement le cénomaniens (J.Mitrovic-Petrovic, 1966). Enfin, dans certains cas on a déterminé l'âge plus précisément (l'étage bathonien de Staro Selo en Serbie de l'Est, J.Mitrovic-Petrovic, 1972); précédemment ces sédiments ont été traités comme jurassiques moyens.

l'âge	Les noms des espèces
Miocène moyen	<i>Clypeaster gibbosus</i> , <i>C. pyramidalis</i> , <i>C. scillae</i> , <i>C. pentadactylus</i> , <i>Scutella multicaeva</i> , <i>Sc. s-yriaca</i>
Képa-Aien	<i>Clypeaster geneferensis</i> , <i>Schizaster lovisotri</i> , <i>Spalangus corvius</i>
Oligocène	<i>Echinolampas cherichirensis</i> , <i>Spalangus domesi</i> , <i>Macropneustes meneghini</i>
Eocène	<i>Conoclinus constrictus</i> , <i>Echinolampas tourensis</i> , <i>Echinolampas vaseური</i> , <i>E. dilatatus</i> , <i>E. eurjanius</i> , <i>E. heberti</i> , <i>Pericosmus hispanicus</i> , <i>P. nicotri</i> , <i>Linfus subglobosus</i> , <i>L. ybergensis</i> , <i>Fupatagus formosus</i> , <i>L. navicella</i>
Danien	<i>Echinocorys pentagonalis</i> , <i>E. obliquus</i>
sénanien	<i>Micraster costudinarium</i> , <i>Echinocorys ovatus</i> , <i>Hemiasiter unguis</i> , <i>H. tuberosus</i> , <i>H. founelli</i> , <i>Clypeolampas ovatus</i> , <i>Guetteria angulata</i>
Turonien	<i>Discoidea minima</i> , <i>Micraster michelini</i> , <i>Hemiasiter jacksoni</i>
Cénomaniens	<i>Codiopsis domo</i> , <i>Colpalia benettiae</i> , <i>Kolaster subglobosus</i> , <i>H. nodulosus</i> , <i>Echinocorys rhodiomagensis</i>
Albien	<i>Discoidea conica</i> , <i>D. rotula</i> , <i>Kolaster laevis</i> , <i>Echinocorys nucula</i>
Aptien	<i>Codechinus rotundus</i>
Barrémien	<i>Heteraster oblongus</i>
Koullérien	<i>Leiocidaris salviensis</i>
Volanginien	<i>Cidaris pustulosa</i>
Jurassique supérieur	<i>Pseudocidaris spinosa</i> , <i>Pseudodiadema tetragamma</i> , <i>Aerobellis aequituberculata</i>
Jurassique moyen	<i>Clypeus plottii</i> , <i>C. boblayei</i> , <i>C. milleri</i> , <i>C. devosianus</i> , <i>C. sinantus</i>

Tab. 1

PALEO BIOGEOGRAPHIE

Les couches du jurassique en Europe se formaient dans trois bassins: bassin de la Méditerranée, bassin de l'Europe centrale et occidentale (mer Germanique) et mer Boréal.

La faune fossile des échinides de Yougoslavie est liée au géosynclinal méditerranéen qui s'étendait de l'Europe du Sud-Ouest à travers la France du Sud-Est, les Alpes occidentales, les Alpes orientales, les Péninsules des Apennins et des Balkans et à travers l'Asie Mineure plus loin à l'Est. Au fond du géosynclinal méditerranéen beaucoup de géoanticlinaux et de seuils se sont formés dont une variété faciale considérable est conditionnée. Dans les régions géosynclinales les sédiments d'eau profonde se déposaient, tandis qu'aux bords des élévations géoanticlinaux on trouve les sédiments d'eau peu profonde et les sédiments zoogène récifaux.

Toutes les espèces d'échinides jurassiques sont liées au faciès d'eau peu profonde - néritique; celles du jurassique moyen peuplaient surtout le fond meuble et celles du jurassique supérieur le fond rocheux.

Les espèces jurassiques de notre pays sont connues et des autres régions de la Méditerranée et ressemblent beaucoup à la faune des échinides de la France du Sud-Est. Aucune espèce de la mer Germanique ou Boréal n'est connue.

Les conditions paléogéographiques en Europe au crétacé inférieur n'ont pas changé beaucoup par rapport au jurassique. Au crétacé inférieur existent encore trois grands bassins qui existaient au jurassique.

La communauté des échinides du crétacé inférieur en Yougoslavie est liée, de même qu'au jurassique, au géosynclinal méditerranéen - Tethys. En Europe du Sud-Est pendant le crétacé a existé un grand continent qui envahissait la dépression pannonienne actuelle et le massif de Rhodope. Cette terre - "l'île orientale" partageait le géosynclinal méditerranéen en partie orientale - le géosynclinal Karpato-Balkanique et partie occidentale - le géosynclinal Dinarique. Il est intéressant que la plupart de la faune des échinides a été liée aux géosynclinal Karpato-Balkanique tandis qu'au géosynclinal Dinarique elle est beaucoup plus pauvre.

La mer du crétacé inférieur des Karpato-Balkanides de la Serbie de l'Est a été peu profonde dans la plus grande partie et les sédiments qui s'y formaient ont été de l'eau peu profonde avec le développement récifal accentué dans certains étages (surtout au barremien et à l'aptien - faciès urgonien). Une mer profonde existait au centre de cet espace, tandis qu'au Sud-Est et Nord-Est extrême de la Serbie de l'Ouest existaient des bassins remplis d'une grosse série des sédiments du flysch.

Presque toute la faune des échinides est lié à la mer peu profonde.

La faune de Yougoslavie du crétacé inférieur, de même qu'au jurassique, ressemble beaucoup à celle de la France de Sud-Est de la même période. Du nombre total des espèces connues de Yougoslavie, plus de 90% est trouvé en France aussi. La différence fondamentale est que le genre *Toxaster* en France est très riche en espèces et en exemplaires, tandis qu'il est assez rare sur nos terrains.

Il faut souligner encore qu'on a trouvé aussi les espèces connues de nos terrains dans tous les autres pays baignés par le Tethys au crétacé inférieur, mais il existe un très petit nombre d'espèces connues de la mer de l'Europe centrale.

Pendant le crétacé supérieur il n'existaient en Europe que deux régions paléogéographiques: le géosynclinal méditerranéen et la mer épicocontinentale. Notre pays était inondé par la Méditerranée de même qu'au crétacé inférieur. La transgression du crétacé supérieur a été de grandes dimensions et dans certaines de ses périodes presque tout le territoire de la Yougoslavie a été couvert de mer. Dans le cadre de cette mer il existait plusieurs unités paléogéographiques plus petites: Dinarides extérieurs, Dinarides intérieurs, Samarides, Moravides, Bassin pannonien et Karpato-Balkanides de Serbie de l'Est.

La faune des échinides de Yougoslavie provient pour la plupart des Karpato-Balkanides de Serbie de l'Est, ensuite des Dinarides - extérieurs et intérieurs et des Sumadides, tandis qu'elle n'est pas découverte dans les autres unités paléogéographiques. Dans les Karpato-Balkanides de la Serbie de l'Est on trouvait les échinides le plus souvent dans les sédiments à Inoceramus et é foraminifères. Les Dinarides extérieurs ont été une région typiquement miogéosynclinale où les sédiments de carbonate du caractère d'eau peu profonde se formaient sur un vaste espace avec une faune assez riche en échinides. Les Dinarides intérieurs ont représenté l'eugéosynclinal typique où les sédiments térrigènes se formaient, tandis que les roches de carbonate sont dans une position subordonnée. Les échinides sont ici assez rares. La région des Sumadides pendant le crétacé supérieur a été labile et les sédiments du flysch ont été répandus au maximum. La plupart des échinides de cette région provient du faciès des calcaires-gresseux et des marnes de l'étage cénoomanien.

A la différence du crétacé inférieur au crétacé supérieur le pourcentage des espèces communes pour la méditerranée et pour la mer épicontinentale est plus grand (nombreuses espèces des genres *Micraster*, *Hemiasiter*, *Holaster*, *Echinocorys* et autres). Ce phénomène est facile à expliquer quand on sait que dans certains segments du crétacé supérieur des grandes transgressions de la mer épicontinentale se produisaient et la communication de la faune des deux mers était possible.

Au point de vue facial on peut distinguer trois types de régions marines existant à l'éocène:

1. Septentrional ou nordique (le développement épocontinental) dans la région de la mer du Nord.
2. Oriental (le développement épicontinentale).
3. Méridional (le développement géosynclinal et épicontinental dans la région de l'Atlantique et du Tethys.

La faune des échinides éocènes en Yougoslavie est très riche (91 espèces connus jusqu'à présent) et liée au développement du type méridional qui est caractérisé par des faciès d'eau peu profonde.

Il est intéressant de mentionner que dans les sédiments éocènes de Yougoslavie domine le genre *Eupatagus* (on connaît 19 espèces de ce genre), qui a eu une expansion universelle à l'éocène. On a trouvé les représentants d'*Eupatagus* en Europe, Afrique, Asie, Amérique du Nord et du Sud. Toutes les régions citées sont liées au Tethys et à l'Atlantique, c'est à dire au type méridional du développement.

La faune des échinides oligocène de Yougoslavie est très pauvre et provient d'une seule localité en Macédoine. Cette localité est liée à la région du Tethys qui est en regression considérable par rapport à l'éocène.

A côté de trois régions paléogéographiques qui existaient à l'oligocène: la mer du Nord, l'Atlantique et la Tethys, encore une mer vaste s'est formée au miocène parallèlement au Tethys et séparée de lui par le soulèvement des Alpes: elle est nommée Paratéthys. Du moment de sa formation au cours du néogène tout entier, l'histoire de l'Europe méridionale (surtout de sa partie du Sud-Est) est étroitement liée à cette mer dont les restes sont aujourd'hui la mer Noire, la mer d'Azov et la mer Caspienne.

La faune riche des échinides miocène (95 espèces) de Yougoslavie est liée au Paratéthys, sauf une localité au Monténégro du Sud (Ulcinj) dont les sédiments se formaient dans le cadre du Tethys. La faune complète appartient au miocène inférieur et moyen (surtout moyen). Dans la région du Paratéthys au miocène supérieur le régime marin est remplacé par le régime saumâtre, si bien qu'il n'y ait plus d'échinides. La faune des échinides de Yougoslavie ressemble surtout à la faune des pays qui au miocène ont été baignés par le Paratéthys (Hongrie, Autriche, Roumanie, Bulgarie), mais il y a beaucoup d'espèces communes aux pays du Tethys, car ces deux mers ont été liées au cours du miocène moyen grâce à deux détroits.

Dans les sédiments miocènes de Yougoslavie domine le genre *Clypeaster* qui est représenté par 46 espèces miocènes connues (de 95 au total), c'est à

dire 50% environ. Le genre *Clypeaster* apparaît à l'éocène pour la première fois et atteint sa pleine floraison et ses dimensions les plus grandes au miocène moyen. A partir du miocène supérieur on sent un petit abaissement du nombre des espèces et le rétrécissement de l'espace vital. Aujourd'hui on ne connaît que 30 espèces liées aux mers tropicales et subtropicales, de tous les continents. M.S. Ali (1983) a étudié l'extension paléogéographique du *Clypeaster* à partir de l'éocène jusqu'à nos jours et il a donné un tableau synoptique des espèces d'après leur nombre dans les provinces (il a fixé 5 provinces) et les étages. Au miocène la situation est suivante: la région de Californie - 6 espèces, des Caraïbes - 30, de l'Afrique de l'Ouest - 2 de la Méditerranée - 212 et de l'Indo-Pacifique - 24. *Clypeaster* est sans doute le genre miocène dominant (tout particulièrement au miocène moyen) de la région méditerranéenne. Les couches du miocène moyen de maint pays de cette région (dans le cadre du Tethys et du Paratéthys): de France, Italie, Portugal, Grèce, Yougoslavie, Hongrie, Autriche et de beaucoup d'autres contiennent leurs nombreux représentants.

PALEOECOLOGIE

On a remarqué que les conditions et le mode de vie des échinides ont été différents, sauf quelques caractéristiques paléocologiques communes, dans les périodes géologiques différentes.

La faune du trias n'est représentée que par des piquants des échinides réguliers, ce qui indique l'eau peu profonde et le fond rocheux.

Les espèces jurassiques sont proportionnellement peu nombreuses et elles sont toutes liées au faciès d'eau peu profonde - néritique et au fond rocheux (les espèces du jurassique supérieur: *Pseudocidaris spinosa* For., *Pseudodiadema tetragamma* (Ag.) Des., *Acropeltis acquituberculata* Ag.), ou bien au fond sablonneux meuble (la plupart des espèces du jurassique moyen).

On a fait une analyse morphofonctionnelle des échinides et de la faune accompagnante de nombreuses espèces crétacées, on a étudié les caractéristiques des sédiments dans lesquels ils sont trouvés et d'après tout cela on a constaté:

Les échinides crétacés peuplaient surtout l'eau peu profonde (zone littorale et néritique), tandis qu'ils sont plus rares dans les eaux plus profondes.

Dans le milieu d'eau peu profonde il peuplaient presque toute les sortes du fond de mer: fond rocheux (*Cidaris*, *Acropeltis*, *Codechinus* et autres), fond sablonneux (*Discoidea*), fond argileux (*Hemioaster*, *Epiaster*) et de même les récifs (*Salenia*, *Hyposalenia*, *Psammochinus* et autres) aussi bien que leurs environnements directs (*Holactypus*, *Pygaulus*, *Pyrina* et autres). Parmi les habitants du fond rocheux et des récifs, certains représentants supportaient bien l'agitation forte de l'eau (*Salenia*, *Cidaris*, *Codechinus*), tandis que les autres cherchaient pour son existence l'eau calme et par conséquent s'introduisaient souvent dans les cavités et les crevasses (*Gonyopygus*, *Magnosia*, et autres). (Tab. 2).

L'adaptation à la vie dans la région de l'agitation forte de l'eau a laissé les traces visibles sur la morphologie des échinides. Les thèques des habitants de cette région sont d'habitude basses, hémisphériques (semblable au gastropode *Patella*) si bien qu'il ne dépassent pas beaucoup les roches et ainsi ils supportent plus facilement les coups des ondes (*Salenia*, *Peltastes*). Dans le cas où les thèques sont hautes, l'adaptation est possible grâce au nombre augmenté des pieds ambulacraires à la face orale ce qui leur a permis de s'attacher fortement au fond. Les piquants sont très forts et ils ont eu tout d'abord une fonction protectrice contre les lésions mécaniques (*Cidaris*).

L'adaptation à la vie sur un fond meuble (sablonneux, argileux) et dans l'eau calme est visible dans les petites thèques minces. Les amulacres sont réduits, plus ou moins enfoncés dans le test, le labrum est bien développé, ce qui indique la vase comme nourriture, les fascicules bien développés (chez les *Spatangoides* seulement).

Les échinides caractéristiques pour de certains faciès du crétacé de la Yougoslavie

Faciès	Caractère des sédiments et du fond						
	fond rocheux de la mer agitée	fond rocheux de la mer calme	les récifs	fond formé par le matériel détritico-sableux	fond sablonneux	la vase calcaree	fond vaseux
Infralittoral	Cidaris Codioparis	Aerobellis Magnosia Goniopygus Codioparis Orthoparis					
Récifal			Salenina Pelliasites Codioparis Pliammectinus Aerocidaris				
Moins profond				Holactypus Pygospilus Microaster			
Plus profond					Discoides	Pseudodiploria Cyrtosoma Pyrina Ichinoconus Heteraster Tetraaster	
Bathyale							Heteraster Epiaster

Tab. 2

La température de l'eau au cours du crétacé a été assez élevée, surtout pendant la formation des récifs au crétacé inférieur de même qu'au crétacé supérieur.

Les échinides éocènes vivaient dans les profondeurs différentes à partir de la région littoral, à travers la région néritique jusqu'à la région néritique plus profonde ou la région bathyale moins profonde.

On les trouve dans les conglomérats (Conoclypus, plus rarement Echinolampas), dans les calcaires (surtout les échinides réguliers Leiopedina, Triplacidia), dans les calcaires sablonneux (Echinolampas), marnes sablonneux (Echinanthus), marnes sablonneux-argileux (Eupatagus), dans les sables du grain fin et dans les grès (Brissopsos, Schizaster, Macropneustes). (Tab. 3).

La température de l'eau a été, comme au crétacé, élevée.

Les échinides miocènes de Yougoslavie, d'après leurs caractéristiques morphologiques, rapports mutuels, milieu où il vivaient et la faune accompagnante peuvent être classer en deux groupes. Au premier groupe (beaucoup plus nombreux) appartiennent les genres Clypeaster, Echinolampas, Scutella, Amphiope. Ils sont gros, leurs squelettes sont massifs. Ils supportaient bien les coups forts des ondes. Le plus souvent nous les trouvons ensemble, quoique on rencontre Clypeaster surtout dans les faciès sablonneux, Echinolampas dans les récifs (le faciès du calcaire à Lithothamnium) et Scutella et Amphiope dans le

les échinides caractéristiques pour de certains faciès du l'ocène de la Yougoslavie

Faciès	Caractère des sédiments				
	Conglomérats	les calcaires marniers en plaques	les marnes sablonneux	les marnes argileux	Les sables et grès de grain très fins
Littoral	Conoclypus Echinolampas	Echinolampas (plusieurs espèces)			
Moins profond		Leiopedina Triplacidia	Echinanthus Oriolampas		
Plus profond				Eupatagus (plusieurs espèces)	
Bathyale					Brissopsis Macropneustes Schizaster

conglomérats et dans les grès du grain gros. Leur présence indique la région littorale et l'eau chaude (le plus probablement la profondeur de 5-30 m).

Au second groupe appartiennent *Schizaster*, *Pericosmus*, *Brissopsis*. Les représentants de ce groupe se trouvent, eux aussi, le plus souvent ensemble. Leurs dimensions sont petites, leur squelettes minces et ils sont liés au fond argileux un peu plus profond de la région néritique. (Tab. 4).

Les échinides caractéristiques pour de certaines fascies dans le cadre du miocène moyen de la Yougoslavie

Fascies	caractère des sédiments			
	conglomérats	sables	les calcaires récifaux	marne et argilles
Littoral	<i>Amphiope</i> <i>Scutella</i>	<i>Clypeaster</i>		
Récifal			<i>Hypoheterocypus</i> <i>Echinolampas</i> <i>Scutella</i> <i>Clypeaster</i>	
Néritique				<i>Schizaster</i> <i>Pericosmus</i> <i>Brissopsis</i>

Tab. 4

La faune miocène complète des échinides a un caractère tropique-sub-tropique.

D'après tout ce qui est exposé on peut conclure que les échinides sont de bons indicateurs du milieu et que selon leurs caractéristiques morphologiques, les types des sédiments où ils sont trouvés, la faune accompagnante on peut reconstruire avec succès la profondeur, les types du fond de la mer, la température, le degré d'agitation de l'eau et les autres caractéristiques d'ancien habitat.

BIBLIOGRAPHIE

- ALI, M.S. 1983: The Paleogeographic Distribution of *Clypeaster* (Echinoidea) during the Cenozoic Era. N.Jb. Geol. Paläont. Mh.H. 8, s.449-464. Stuttgart.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1962: Contribution à la connaissance des échinides des sédiments oligocènes de Bela Près Kocane. Ann. Géol. de la Pén. Balk. Tome XXIX, p. 89-97, Pl. II, Beograd.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1963: Comparaison des échinides crétacé inférieur en Serbie avec les échinides du même âge en S.E. de la France. Ann. Géol. de la Pen. Balk. Tome XXX, p.77-85, Beograd.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1966: Les échinides du crétacé et du miocène de la Serbie. Ann. Géol. de la Pen. Balk. Tome XXXII, p.87-164, Pl. VII, Beograd.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1969: Le genre *Eupatagus* Agassiz au point de vue morphologique, biostratigraphique et paléocologique. Ann. Géol. de la Pen.Balk. Tome XXXIV, p.239-267, Pl. V, Beograd.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1969: Les échinides du miocène moyen dans la Bosnie septentrionale (La vallée de la Save en Bosnie). Acta geologica VI, p.113-148, Pl. XXX, Zagreb.

- MITROVIC-PETROVIC, J. 1970: Les échinides de l'éocène en Yougoslavie. Ann. Géol. de la Pen. Balk. Tome XXXV, p-151-190, Pl. XXXVII, Beograd.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1972: Importance de certains genres et espèces d'échinides pour la résolution des problèmes stratigraphiques du notre pays. VII congrès des géologues Yougoslaves. p.229-238, Zagreb, 1970.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1976: Premiers données paléontologiques sur la présence du danien dans le défilé Duga (près Niksic). Ann. Géol. de la Pen. Balk. tome XL, p. 149-154, Pl. I, Beograd.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1981: Les échinides comme les fossiles faciaux. Ann. Géol. de la Pen. Balk. Tome XLV, p. 173-185, Beograd.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1984: Importance biostratigraphique et paléoécologique du genre Clypeaster (Echinoidea) pour les sédiments néogènes de la Yougoslavie. Ann. Géol. de la Pays Hell. Tome XXXII, p.211-235, Pl. XIII, Athens.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1985: Importance de la faune des échinides pour la stratigraphie de l'éocène supérieur et de l'oligocène en Yougoslavie. Bull. Géol. 28, p.127-137, Sarajevo.
- MITROVIC-PETROVIC, J. 1985: Caractères paléoécologiques et paléogéographiques du genre Clypeaster (Echinoidea). Compt. rend. pour l'année 1984. p. 199-207, Beograd.
- MORTENSEN, T. 1948: A Monograph of the Echinoidea. Tom IV2 Clypeasteroidea. pp.471, Copenhagen.
- POLJAK, J. 1938: Ein Beitrag zur Kenntnis der miocänen Echiniden Kroatien-Slavoniens. Bull. du serv. Géol. du Roy. de Yougos. p.167-200, Pl. IX, Beograd.