

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	169-194	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	---------	---

УДК 551.763.12/.31:563.95(611)

Оригинални научни рад

ПАЛЕОНТОЛОГИЈА – PALÉONTOLOGIE

КРЕДНИ *ECHINOIDEA* ИЗ ОБЛАСТИ DJEBEL DJERISSA (ЦЕНТРАЛНИ ТУНИС)

ОД

Јованке Митровић–Петровић*

У раду су приказани резултати проучавања збирке ехинида из кредних седимената шире околине Djebel Djerissa у централном Тунису. Идентификовано је укупно 17 врста које указују на баремску, алт-ску, албску и ценоманску старост седимената. Дате су фотографије као и регистар свих идентификованих врста. Фауна је обрађена са систематског, стратиграфског и палеоеколошког становишта.

Кључне речи: Echinoidea, Тунис, креда, систематика, Стратиграфија, Палеоекологија

УВОД

А. Грубић, професор Рударско–геолошког факултета у Београду је приликом својих геолошких истраживања у области Djebel Djerissa 1965. и 1970. године за потребе рудника гвожђа у тој области, сакупио веома богату и доста добро очувану збирку кредних Echinoidea. Тај материјал ми је уступио на обраду, на чему му овом приликом срдечно захваљујем.

Прелиминарну идентификацију ове збирке сам урадила за потребе студија Djebel Djerisse (Тунис) чији су ауторп Јanković и Grubić (1966) и Grubić и Petrović (1970).

У међувремену, збирка је детаљно проучена, показало се да је од значаја за решавање стратиграфских проблема, као и за палеоеколошку интерпретацију.

Ехинидску фауну Туниса проучавали су Pervinquierе (1903), Castany (1951; из Zaghbib–Turki, 1975), Burollet (1956), а у последње време Zaghbib–Turki (1975, 1989) и Smith and Zaghbi–Turki (1985).

Burollet (1956) у студији посвећеној стратиграфији централног Туниса у одељку који се односи на доњу креду помиње локалитет Djebel Djerissa, али у оквиру фауне коју цитира не наводи присуство Echinoidea. Ехиниде помиње у другим локалитетима (Djebel Mrhila, Dj. Rbeiba) али нема ни једне заједничке врсте са нашом збирком. У горњој креди (ценоман–турон) жежеви су чести у формацији Zebbag али ни овде не помињу врсте из наше збирке.

* Институт за регионалну геологију и палеонтологију Рударско–геолошког факултета Универзитета у Београду, Каменичка 6, Београд.

Радови Zaghib–Turki се односе првенствено на кредне ехииниде централног Туниса, при чему је посебна пажња посвећена систематици, палеобиометрији и палеоекологији. Најобимнији и најсвестранији је рад из 1975. године у коме је обрађена ехиинидска фауна аптске, ценоманске, туронске и сенонске старости. Идентификовано је укупно 49 врста из пет локалитета. Интересантно је, међутим, да овим радом није обухваћен локалитет Djebel Djerissa (пако се налази у централном Тунису). Управо ова чињеница, као и чињеница да се од 17 идентификованих врста из Djebel Djerissa–е само једна (*Toxaster collegei* Sismonda) помиње у радовима који се односе на кредне ехииниде централног Туниса, навела нас је на закључак да ову збирку треба обратити.

Тежиште рада је на систематском, стратиграфском и палеоеколошком аспекту.

КРАТАК ГЕОГРАФСКИ И ГЕОЛОШКИ ПРИКАЗ ТЕРЕНА

Планина Djebel Djerissa се налази у централном делу Туниса у оквиру планинске зоне познате под именом "Туниски Атлас".

У морфолошком погледу има изглед правилне доме (купе) која доминира над оближњим тереном који је нижи и заравњен. Правилна морфолошка форма ове планине је иарушена вишегодишњом експлоатацијом гвожђа.

По подацима Grubić i Petrović (1970) Djebel Djerissa представља језгро хемибрахиантклинале. Језгро брахиформе је изграђено од различитих седимената баремске и аптске старости. На крилима те структуре откривен је континуални низ седимената од алба до средњег еоцена.

Ехииниди су сакупљени из различитих нивоа и указују на аптску, албску и ценоманску старост седимената. Само једна врста (*Epiaster toxasteroides* Poretzkaja and Lobatcheva) потиче још из горњег барема и наставља своју егзистенцију кроз доњи апт.

На геолошком стубу Djebel Djerissa–е (сл. 1) за већину врста било је могуће означио тачно место налаaska у стубу. Седименти ценоманске старости нису обухваћени овим стубом. Они се налазе високо изнад стуба у области Fadjet Toneur. То се такође односи и на неке албске врсте које се налазе високо у стубу у пределу Djebel Slata.

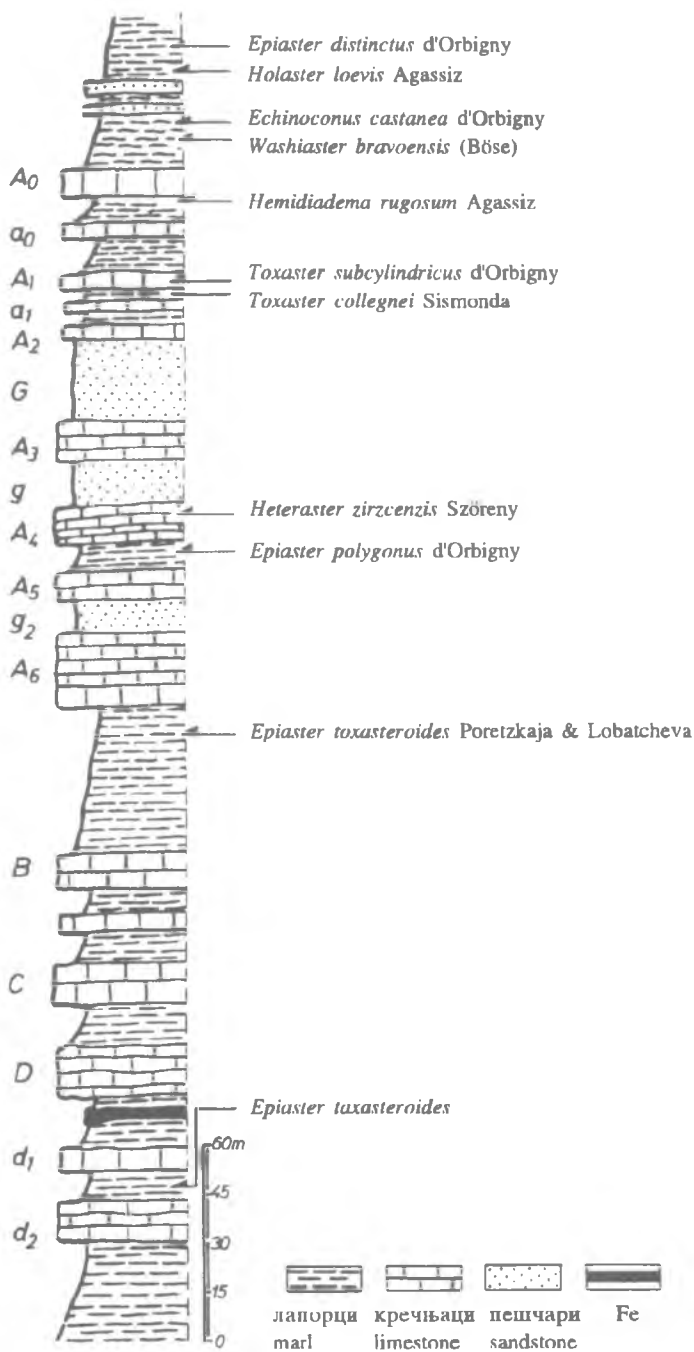
Списак идентификованих врста са назначеном старосћу приказан је на табели 1.

Из наведеног списка се види да је најбројнија албска фауна. Од 17 врста, 7 је искључиво албских, док се две срећу и у албу и у ценоману. Апту припада шест врста од којих се једна среће и у барему и у апту. Искључиво за ценоман су везане само две врсте.

По подацима Grubić i Petrović (1970), геолошки стуб Djebel Djerissa–е се може поделити у три дела према локалној литостратиграфској терминологији (сл. 1):

1. Доњи део (доњи и средњи делови серије Д);
2. Кречњаци средњег дела (серија Д и Ц);
3. Горњи део (серпја Б и А).

Даље се наводи да су бројни ауторн, који су проучавали овај терен, сматрали да сва три наведена члана припадају апту. Ради провере старости, Грубић је сакупио богат палеонтолошки материјал у оквиру кога је сакупљена и ехиинидска збирка, која је предмет овог рада. Показало се да су управо ехииниди одиграли значајну улогу за стратиграфско рашчлањавање.



Сл. 1. Геолошки стуб Djebel Djerissa (по А. Грубићу). Означено је тачно место налаaska појединих врста у стубу.
 Fig. 1. Geological column of Djebel Djerissa (after A. Grubić). Each species finding is marked in the column.

У горњем делу серије Б пађена је врста *Epiaster polygonus* d'Orb. из горњег апта али се иста врста јавља и у нивоу А5. У нивоу А4 среће се врста *Heteraster zirzensis* Ször., а у нивоу А₁ врсте *Toxaster subcylindricus* d'Orb. и *Toxaster collegnei* Sism. које су још увек аптске. Према томе серија Б и сви нивои А₆ до А₁ припадају апту. Тек хоризонт А₀ с многобројним карактеристичним амонитима је из кланзејског нивоа доњег алба. Границу између апта и алба треба ставити негде између а₀ и А₀.

Табела 1. Списак идентификованих врста са на значеном старошћу.

Table 1. List of identified species and ages.

Назив врсте Name	Барем Barremian	Апт Aptian	Алб Albian	Ценоман Cenomanian
<i>Hemidiadema rugosum</i> Ag.		+		
<i>Echinoconus castanea</i> d'Orb.			+	
<i>Holaster loevis</i> Ag.			+	
<i>Toxaster collegnei</i> Sism.		+		
<i>Toxaster subcylindricus</i> d'Orb.		+		
<i>Epiaster crassissimus</i> Defr.				+
<i>Epiaster distinctus</i> d'Orb.			+	
<i>Epiaster jeanneti</i> Coll.			+	
<i>Epiaster polygonus</i> d'Orb.		+		
<i>Epiaster toxasteroides</i> Poret. Lob.	+			
<i>Heteraster zirzensis</i> Ször.		+		
<i>Hemiaster adonesensis</i> Lor.				+
<i>Hemiaster calvini</i> Clark			+	+
<i>Hemiaster minimus</i> Des.			+	
<i>Hemiaster phrynus</i> Des.			+	
<i>Hemiaster whitei</i> (Clark) Lam.			+	
<i>Washitaster bravoensis</i> (Böse)			+	+

Посебан проблем је представљало проучавање лапораца и лапоровитих кречњака у којима се налазе пукотине испуњене гипсом које се налазе у зони "трансверзалног раседа" у лежишту број 2. Те стене се разликују од свих осталих, па се за њих мислило да чак могу бити и тријаске старости. Структуролошки и суперпозиционо посматрано у том терену су заиста откривени најдубљи делови геолошког стуба Djebel Djerissa–е, али је било неопходно то документовати и палеонтолошки. После упорног трагања на терену Грубић је пронашао делове профила са многобројним фрагментима жежева и орбитолина у хоризонту д₁. Из нешто виших делова лапораца и кречњака одређена је врста *Epiaster toxasteroides* Poret and Lob. На основу тога поуздано може да се каже да седименти у зони лапораца и кречњака са гипсом у пукотинама у лежишту број 2 сигурно припадају горњем барему. Ти лапоровити и кречњачки нивои леже испод рудног хоризонта и свакако припадају средњим деловима серије Д.

На тај начин, хроностратиграфска подела геолошког стуба може се резимирати на следећи начин:

Нижи и средњи откривени делови серије Д до хоризонта д₁ одговарају горњем барему. За дефинитивну одлуку важна је старост фауне из пробе 1116 која лежи испод руде. Ако је она аптска опда је д₁ граница барем–апт и руда је у апту. На жалост, фауна из ове пробе није могла бити са сигурношћу идентификована због недовољне очуваности.

Горњи делови серије Д, серије Ц и параспрудни кречњаци одговарају доњем апту.

Серија Б и сви нивои до хоризонта a_0 одговарају горњем апту.

A_0 би припадала доњем албу (кланзејски ниво)(сл. 1).

Овим је јасно подвучена улога коју су одиграли ехириди у хроностратиграфској подели стуба Djebel Djerissa.

ПАЛЕОНТОЛОШКО–ПАЛЕОЕКОЛОШКА РАЗМАТРАЊА

а. Регистар идентификованих врста

Уместо палеонтолошких описа који су добро познати, како у ишој тако и у страниј литератури, дајемо само регистар идентификованих врста са назначеном систематском припадношћу, местом наласка и старошћу.

У раду је примењена класификација Durham–а и сарадника (1966).

Све врсте су фотографисане и приказане на табелама у прилогу.

ред TEMNOPLEURIDA Mortensen

фам. GLYPHOSIPIDAE Duncan

род *Hemidiadema* Agassiz

Hemidiadema rugosum Agassiz

Таб I, сл. 1, 1а, 1б

1862–1867 *Glyphocyphus rugosus* (Ag.) Cott.– d'Orbigny A., стр. 543, таб. 1128, сл. 16–22.

1966. *Hemidiadema rugosum* Ag.– Durham J. W and oth., стр. 417, сл. 311а–ц.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: апт.

ред HOLECTYPOIDEA Duncan

фам GALERITIDAE Gray

род *Echinoconus* Breynius

Echinoconus castanea d'Orbigny

Таб. I, сл. 2, 2а, 2б

1853–1860. *Echinoconus castanea* d'Orb.– d'Orbigny A., стр. 503, таб. 990, сл. 1–5.

1872–1873. *Echinoconus castanea* d'Orb.– Pictet F., стр. 191, таб. 14, сл. 1–10.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: алб.

ред HOLASTEROIDA Durham and Melville

фам. HOLASTERIDAE Pictet

род *Holaster* Agassiz

Holaster loevis Agassiz

Таб. I, сл. 4, 4а, 4б, 4ц

1853–1860. *Holaster loevis* Ag.– d'Orbigny A., стр. 83, таб. 812, сл. 1–8.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: алб.

ред SPATANGOIDA Claus
п.ред TOXASTERINA Fischer
фам. TOXASTERIDAE Lambert
род *Toxaster* Agassiz

Toxaster collegnei Sismonda

Таб. I, сл. 3, 3а, 3б, 3ц

1853–1860. *Echinospatagus collegnei* d'Orb.– d'Orbigny A., стр. 169, таб. 846, сл. 1–6.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: апт

Toxaster subcylindricus d'Orbigny

Таб. II, сл. 1, 1а, 1б, 1ц

1853–1860. *Echinospatagus subcylindricus* d'Orb.– d'Orbigny A., стр. 166, таб. 844, сл. 1–7.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: апт

род *Epiaster* d'Orbigny

Epiaster crassisimus DeFrance

Таб. II, сл. 2, 2а, 2б

1935. *Epiaster crassisimus* Defr.– Smiser J., стр. 19, таб. 7, сл. 6а–д.

Место наласка: Feajet Tomeur

Старост: ценоман.

Epiaster distinctus d'Orbigny

Таб. II, сл. 3, 3а, 3б

1872–1873. *Epiaster distinctus* d'Orb.– Pictet F., ср. 365, таб. 31, сл. 2–4.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: алб

Epiaster jeanneti Collignon

таб. II, сл. 4, 4а, 4б, 4ц

1950. *Epiaster jeanneti* Coll.– Collignon M., стр. 13, таб. 2, сл. 4а–б.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: алб

Epiaster polygonus d'Orbigny

Таб. III, сл. 1, 1а, 1б, 1ц

1853–1860. *Epiaster polygonus* d'Orb.– d'Orbigny A., стр. 188, таб. 854, сл. 1–8.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: апт

Epiaster toxasteroides Poretzkaja & Lobatcheva

Таб. III, сл. 2, 2а, 2б

1967. *Epiaster toxasteroides* Poret. & Lob.– Lobatcheva & Poretzkaja, стр. 182, таб. 1, сл. 1–9.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: горњи барем – доњи апт

род *Heteraster* d'Orbigny*Heteraster zirzensis* Szöreny

Таб. III, сл. 3, 3а, 3б

1955. *Heteraster zirzensis* Szor.– Szoreny E., стр. 249, таб. 20, сл. 3–14, 16–20.

Место наласка: Djebel Slatá

Старост: ант

п.ред. HEMIASTERINA Fischer

фам. HEMIASTERIDAE Clark

род *Hemiaster* Agassiz*Hemiaster adonesensis* Loriol

Таб. III, сл. 4, 4а, 4б

1973. *Hemiaster adonesensis* Lor.– Devries A., стр. 77, таб. 4, сл. 7–9, 10, 15.

Место наласка: Foajet Tomeur

Старост: ценоман

Hemiaster calvini Clark

Таб. IV, сл. 1, 1а, 1б

1971. *Hemiaster calvini* Clark– Buitron B. E., стр. 34, таб. 10, сл. 2–6.

Место наласка: Foajet Tomeur

Старост: горњи алб, доњи ценоман

Hemiaster minimus Desor

Таб. IV, сл. 2, 2а, 2б

1872–1873. *Hemiaster minimus* Desor– Pictet F., стр. 371, таб. 32, сл. 1–3

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: алб

Hemiaster phrynus Desor

Таб. IV, сл. 3, 3а, 3б

1858. *Hemiaster phrynus* Desor– Desor E., стр. 368, таб. 42, сл. 1–4.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: алб

Hemiaster whitei Clark

Таб. IV, сл. 4, 4а, 4б

1971. *Hemiaster whitei* Clark – Buitron B. S., стр. 36, таб. 10, сл. 7–9, таб. 11, сл. 1–2.

Место наласка: Djebel Djerissa

Старост: алб

фам. PALAEOSTOMATIDAE Loven

род *Washitaster* Loven*Washitaster bravoensis* (Bose)

Таб. IV, сл. 5, 5а, 5б.

1971. *Washitaster bravoensis* (Bose)– Buitron B. S., стр. 37, таб. 11, сл. 4–9.

Место наласка: Foajet Tomeur

Старост: алб – доњи ценомап

6. Палеоеколошке одлике фауне

Од укупно 17 идентификованих врста само једна (*Hemidiadema rugosum* Ag.) припада Regularia–ма. У оквиру Irregularia огромна већина (14) је из реда Spatangoida, једна из реда Holasteroidea и једна из реда Holecypoida.

Поједине морфолошке одлике Spatangoida су карактеристичне само за овај ред (нпр. присуство фасциола, пластрона, добро развијеног лабрума и др.). Све наведене морфолошке карактеристике су у тесној вези са условима и начином живота Spatangoida. Према томе, морфофункционална анализа је од великог значаја за реконструкцију палеосредине.

Како је проучавања асоцијација везана за седименте аптске, албске и ценоманске старости, палеоеколошку анализу треба извршити за сваки кат понаособ.

Апт. Из аптских седимената потиче једини род из групе Regularia (*Hemidiadema*) и три рода из реда Spatangoida (*Heteraster*, заступљен једном врстом, *Toxaster* са две врсте *Epiaster* са три врсте).

Hemidiadema rugosum је ситна форма хемисферичног облика са ниским профилем. Амбулакри уски. Пориферне зоне праве, поре просте, ситне, округле. Број им се не увећава око перистома. На амбулакрима се налази по један низ туберкула које су највећих димензија у иределу амбитуса. Интерамбулакри доста широки, снабдевени са два низа туберкула, веома сличних амбулакралним. Овакве морфолошке карактеристике нам не казују много о начину живота ове врсте. На основу ниске, хемисферичне љуштуре, може се претпоставити да је могла поднети снажне покрете воде, што би даље указивало на живот у малим дубинама. Mortensen (1943) за фамилију Glyphosiphidae, којој ова врста припада, каже да нема представника у рецентној фауни, али да можемо само претпоставити да су живели на умереним дубинама, слично рецентним темноплеуридима.

Родови *Toxaster* и *Heteraster* су врло блиски по морфолошким одликама. Једина разлика је у грађи непарног амбулакра. Парни амбулакри су дуги, на површини љуштуре, отворени на крајевима. Чеона депресија је широка, не много дубока и не оштро омеђена. Лабрум није наглашен. Фасциоле нису развијене. Овакве морфо-

лошке карактеристике указују да су ова два рода вероватно припадала епифауни. Szörenyi (1955) претпоставља да је *Heteraster* живео у областима обрастим алгама и да се хранио иструлелим биљкама и финим органским детритусом. Према томе, њихове морфолошке одлике доста одступају од одлика других спатангоида што се може објаснити тиме што припадају најстаријим, најпримитивнијим спатангоидима.

Род *Epiaster* припада истој фамилији као и претходна два рода и не разликује се много од њих по својим морфолошким карактеристикама. Петалонди су му дуги, или на површини скелета, или само мало удубљени. Фасциола нема. Перистом је померен унапред са мање или више израженим лабрумом. Наведене морфолошке карактеристике указују да је врло вероватно и *Epiaster* припадао епифауни.

Присуство правилних ехинида, као и примитивних спатангоида са петалоидима на површини скелета, или једва мало удубљеним, без фасциола и са слабије израженим лабрумом указује да је целокупна аптска асоцијација припадала епифауни. Дубина на којој су живели је била релативно мала (вероватно циркалиторал). Дно је било растресито. Нема директних података о температури воде али с обзиром да Burollet (1956) за аптске седименте Djebel Djerissa–е каже да представљају прави спруд дебљине више од 200 m, богат организмима конструкторима, температура воде је морала бити висока (тропско–субтропска).

Алб. У оквиру албске асоцијације један род (*Echinoconus*) припада реду *Holasteroidea*, један (*Holaster*) реду *Holasteroidea*. Сваки је представљен само са по једном врстом. Три рода су из реда спатангоида: *Washitaster* (1 врста), *Epiaster* (2 врсте) и *Hemiaster* (5 врста). Из овог произилази да доминирају представници спатангоида.

Echinoconus нема данас својих представника. Њуштура је субконишна или хемисферична са равном оралном страном. Амбулакри су израђени од простих плочица, а поре су поређане у праве (на аборапији) или благо неправилне низове (на оралној страни). На основу ових морфолошких карактеристика не може се оформити дефинитивно мишљење о начину живота овог рода. Mortensen (1948) претпоставља да је живео мање или више закопан у подлогу на умереној дубини.

Holaster се одликује високим, коивексним, скелетом. Чеоци амбулакр се налази у левкастом удубљењу. Парни амбулакри су субпеталоидни и нису удубљени. Пластрон је добро развијен, меридостернални. Фасциола нема. Овакве морфолошке карактеристике указују да је род припадао или епифауни, или да се само делимично закопавао у подлогу. Szörenyi (1955) сматра да се о начину живота овог рода зна врло мало. Наводи Decke–ово мишљење да *Holaster* живи претежно у зоогено–кречњачком муљу. По муљу се полако креће и у њега загнурује само онолико колико му је потребно да би успио отвором увукао у себе муљ богат фораминиферима и органским детритусом. Како су зоогено–кречњачки муљевни углавном седименти плитког мора, то и овај род треба схватити као плитководан. Zaghbib–Turki (1989) сматра да *Holaster* припада епифауни, али да се ипак могао делимично и закопати у муљ (вероватно до дисталних крајева петалонда који су површински). На апикалној страни туберкуле су растркане, док су милијарне туберкуле густе. Те карактеристике указују да овај род није био прилагођен на потпуно закопавање у седимент.

О начину живота рода *Epiaster* већ је било речи.

Hemiaster је најбројнији у албској асоцијацији (представљен са пет врста и великим бројем примерака). Код свих врста из ове асоцијације профил је сразмерно низак и равномерно заравњен. Заравњени скелети су карактеристични за жејеве

који се закопавају. Амбулакри су петалоидни. Чеоии амбулакр и предњи парии петали су приближно истих димензија. Задњи парни су обично краћи у односу на предње али им величина варира од екстремно кратких до дугих који допиру скоро до амбитуса. Код проучаваних примерака задњи парни петали су прилично дуги (дужина им износи око 2/3 до 3/4 предњих петала). Сви су смештени у дубоким браздама и спадевени бројним порамма које су увећане у виду иукотиница и специјализоване за ефикасну респираторну функцију. На основу грађе петалиода припадају Циркум–Медитеранској групи (Zoeke, 1951; из Smith, 1984) и индикатор су високе температуре. Перистом се налази врло близу предњег обода љуштуре. То је карактеристика ехиноида који се закопавају. Функционални значај оваквог положаја састоји се у томе што се храна једним делом транспортује кроз жљеб непарног амбулакра који са аборалие прелази на оралну страну и уколико је он краћи утолико је транспорт хране бржи и ефикаснији. На аборалиој страни туберкуле су ситне, густе, униформне. То указује да је скуп бодљи на тој страни формирао неку врсту униформног и густог "екрапа" у облику лука који је спречавао зрнца седиментата да падају на аборалиу страну и да загуше респираторне подије. Тај екрап, без сумње представља адаптацију на закопавајући начин живота. На оралиој страни туберкуле су крупније и те крупније бодље су вероватно помагале при закопавању. Хемиастере карактерише перипетална фасциола.

На основу овог кратког приказа морфолошких одлика *Hemiaster*-а и њиховог функционалног значаја може се закључити следеће: 1. Хемиастери припадају инфауни; 2. Врсте проучаване у овом раду указују на живот у топлој води који захтева интензивну респираторну размену. Другим речима оне би припадале Циркум–Медитеранској или Афричкој групи; 3. Mortensen (1950) за пет рецентних врста рода *Hemiaster* истиче да живе у нешто дубљој води (најчешће на дубини од 140–400 m), мада не искључује могућност њиховог опстанка у плићим водама. С обзиром да је у проучаваној асоцијацији нађен у заједници са *Echinococcus*-ом и *Holaster*-ом дубина на којој је живео је била мала, или умерена (највероватније сублиторал).

На основу свега се може закључити да су услови живота у албу били слични онима у анту. Можда је само дубина била незнатно већа.

Ценоман. У ценоману се јављају искључиво представници спатангоида (*Epiaster*, *Hemiaster* и *Washitaster*) о чијим морфолошким одликама је већ било речи. С обзиром да у ценоману нема ни правилних јежева ни представника из других редова неправилних јежева може се закључити да је вода била још нешто дубља него у албу (дубља перитска област). Остале карактеристике палеосредине су исте у анту, албу и ценоману и најкраће се могу дефинисати на следећи начин:

Дно је било растресито, температура воде висока (тропско–субтропска), салинитет нормалан, покрети воде слаби, количина кисеоника нешто редукована.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	169-194	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	---------	---

UDC 551.763.12/.31:563.95(611)

Original scientific paper

ПАЛЕОНТОЛОГИЈА – PALEONTOLOGIE

CRETACEOUS *ECHINOIDEA* FROM DJEBEL DJERISSA,
CENTRAL TUNISIA

by

Jovanka Mitrović–Petrović*

A collection of echinoids from Cretaceous deposits of the general Djebel Djerissa region of central Tunisia was studied and reported in this contribution. Seventeen species have been identified which indicate Barremian, Aptian, Albian or Cenomanian age of deposits. Photographs and a list of identified species are given. Faunal fossils are studied from the systematics, stratigraphical and paleoecological aspects.

Key words: Echinoidea, Tunisia, Cretaceous, Systematics, Stratigraphy, Paleocology.

INTRODUCTION

During the geological prospecting in Djebel Djerissa of 1965 and 1970 for an iron mine in this region, A. Grubić, professor in the Belgrade Faculty of Mining and Geology, collected many quite well preserved specimens of Cretaceous Echinoidea. He lent me the material for this study, for which I owe him my sincere gratitude.

A preliminary identification of the collection I made for the Djebel Djerissa (Tunisia) Study by Janković and Grubić (1966) and Grubić and Petrović (1970).

The collection was studied in detail in the meantime, and proved significant for consideration of some stratigraphical problems and for paleoecological interpretation.

The echinoid fauna of Tunisia was studied by Pervinquiere (1903), Castany (1951, in: Zaghbib–Turki, 1975), Burollet (1956), and more recently Zaghbib–Turki (1975, 1989), and Smith and Zaghbib–Turki (1985).

In a stratigraphical study of central Tunisia, the section on the Lower Cretaceous, Burollet (1956) mentions Djebel Djerissa locality, but not the presence of Echinoidea in the listed fauna. Echinoids are mentioned in other localities (Djebel Mrhila, Dj. Rbeiba), but not a single species in common with our collection. Within the Upper Cretaceous (Cenomanian–Turonian), echinoids are common in the Zebbag Formation, but not the species in our collection.

* University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Institute of Regional Geology and Paleontology, Kamenička 6, Belgrade.

Zaghib–Turki reports primarily Cretaceous echinoids of central Tunisia, in the works mainly concerned with the systematics, paleobiometry and paleoecology. This most comprehensive and exhaustive work of 1975 describes echinoid fauna of Aptian, Cenomanian, Turonian, and Senonian ages, with a total of 49 identified species from five localities. Peculiarly, that work does not cover Djebel Djerissa locality (though centrally situated in Tunisia). This, and the fact that only one (*Toxaster collegnei* Sismonda) of seventeen identified species from Djebel Djerissa is mentioned in the works on Cretaceous echinoids of central Tunisia, were the reasons why this collection is given a particular study.

The emphasis in this work is laid on the systematic, stratigraphical and paleoecological aspects.

AN OUTLINE OF REGIONAL GEOGRAPHY AND GEOLOGY

Djebel Djerissa mountain is situated in central Tunisia, forming a part of the mountain range known as Tunisian Atlas.

The morphologic form of the mountain is that of a regular dome (cone) dominating the surrounding lower, flat terrain. The regular morphologic feature is impaired only by the long excavation of iron ore.

Grubić and Petrović (1970) describe Djebel Djerissa as the core of a hemibrachy–anticline. The core of the brachyform is made up of varied Barremian and Aptian deposits, and its limbs of continuous sequences from Albian to Middle Eocene.

Echinoids, collected from various levels, indicate Aptian, Albian or Cenomanian age of the deposits. One species (*Epiaster toxasterioides* Poretzkaja and Lobacheva) only is from Upper Barremian and continues through the Lower Aptian.

For most of the species, the respective place in the Djebel Djerissa geologic column could be indicated (Fig. 1). Sediments of Cenomanian age are not enclosed in this column. They are high above the column in the region of Fadjet Toncur. This is also true of some Albian species which are located high in the column in the region of Djebel Slat.

The list of identified species and their respective ages are given in Tab. 1.

The most abundant is Albian fauna: of 17 species, 7 are only Albian and two are found in Albian and Cenomanian deposits. Six species are Aptian, one of which is also Barremian. Only two species are found only in Cenomanian deposits.

Grubić and Petrović (1970) divide the geological column of Djebel Djerissa into three parts by the local lithostratigraphic terminology (Fig. 1):

1. Lower (lower and middle parts of series D);
2. Limestones of middle part (series D and C); and
3. Upper (series B and A).

They mention that many geologists who studied this terrain dated all three units Aptian. For verification of this age, Grubić collected abundant paleontological material including the echinoids discussed in this paper. Echinoids proved significant for the stratigraphic precision.

The species *Epiaster polygonus* d'Orb. from Upper Aptian was found in the upper part of series B, but also in A₅ level. Level A₄ contains *Heteraster zirzensis* Ször., and level A₁ contains *Toxaster subcylindricus* d'Orb. and *Toxaster collegnei* Sism. which are still Aptian. Hence, series B and levels A₆ through A₁ are Aptian. Only

horizon A₀, bearing numerous characteristic ammonites, is a Clansayesian level of the Lower Albianian. The Aptianian/Albianian boundary should be placed somewhere between a₀ and A₀.

The study of marlstones and marly limestones, which had fractures filled with gypsum, located by the "transverse fault" zone in deposit No. 2, presented a problem. These rocks differed from others, and were thought of possibly Triassic age. Structurologically and superpositionally scrutinized, the deepest parts of the Djebel Djerissa geologic column were found in this terrain, but a paleontological evidence was looked for. Only after a long search in field, A. Grubić found parts of sections which abounded in echinoid and orbitolina fragments in horizon d1. From somewhat upper-lying marlstones and limestones, the species *Epiaster toxasteroides* Poret and Lob was identified. It suffices to state that marlstone and limestone with gypsum in fractures of deposit 2 are certainly Upper Barremian. These marl and limestone levels lie under the ore horizon and definitely belong to parts of series D.

Thus, the time-stratigraphic division of the geologic column can be summarized as follows:

Lower and middle exposed parts of series D to level d1 correspond to the Upper Barremian. For final decision, the age of fauna from sample 1116, under the ore, is important. If it was Aptianian, then d1 is the Barremian/Aptianian boundary, and the ore is Aptianian. Unfortunately, fauna from this sample could not be reliably identified, because it was poorly preserved.

Upper parts of series D, series C, and parareef limestones correspond to the Lower Aptianian.

Series B and all levels to horizon a₀ are equivalent to Upper Aptianian.

A is likely Lower Albianian (Clansayesian level) (Fig. 1).

The above stated clearly shows the importance of echinoids in the time-stratigraphic division of Djebel Djerissa column.

PALEONTOLOGICAL AND PALEOECOLOGICAL CONSIDERATIONS

a. Register of identified species

Instead of paleontological descriptions published in both national and international literature, a register is given of the identified species, their systematic classification, locality and age.

The classification applied in this work is that of Durham et al. (1966).

Each species is photographed and shown in plates.

Order TEMNOPLEUROIDEA Mortensen

Family GLYPHOCIPIDAE Duncan

Genus *Hemidiadema* Agassiz

Hemidiadema rugosum Agassiz

Pl. I, Figs 1, 1a, 1b

1862–1867 *Glyphocyphus rugosus* (Ag.) Cott.– d'Orbigny, A. p. 543, Pl. 1128, Fig. 16–22
1966. *Hemidiadema rugosum* Ag.– Durham J.W. and oth., p. 417, Fig. 311 a–c

Locality: Djebel Djerissa

Age: Aptianian.

Order HOLECTYPOIDEA Duncan
Family GALERITIDAE Gray
Genus *Echinoconus* Breynius

Echinoconus castanea d'Orbigny
Tab. I, figs 2, 2a, 2b

1853–1860. *Echinoconus castanea* d'Orb.– d'Orbigny A., p. 503, tab. 990, figs 1–5.

1872–1873. *Echinoconus castanea* d'Orb.– Pictet F., p. 191, tab. 14, figs 1–10.

Locality: Djebel Djerissa
Age: Albian.

Order HOLASTEROIDA Durcham and Melville
Family. HOLASTERIDAE Pictet
Genus *Holaster* Agassiz

Holaster loevis Agassiz
Tab. I, figs 4, 4a, 4b, 4c

1853–1860. *Holaster loevis* Ag.– d'Orbigny A., p. 83, tab. 812, figs 1–8.

Locality: Djebel Djerissa
Age: Albian.

Order SPATANGOIDA Claus
Suborder TOXASTERINA Fischer
Family TOXASTERIDAE Lambert
Genus *Toxaster* Agassiz

Toxaster collegnei Sismonda
Tab. I, figs 3, 3a, 3b, 3c

1853–1860. *Echinospatagus collegnei* d'Orb.– d'Orbigny A., p. 169, tab. 846, figs 1–6.

Locality: Djebel Djerissa
Age: Aptian

Toxaster subcylindricus d'Orbigny
Tab. II, figs 1, 1a, 1b, 1c

1853–1860. *Echinospatagus subcylindricus* d'Orb.– d'Orbigny A., p. 166, tab. 844, figs 1–7.

Locality: Djebel Djerissa
Age: Aptian

Genus *Epiaster* d'Orbigny*Epiaster crassissimus* DeFrance

Tab. II, figs 2, 2a, 2b

1935. *Epiaster crassissimus* DeFr.– Smiser J., p. 19, tab. 7, figs 6a–d.

Locality: Feajet Tomeur

Age: Cenomanian.

Epiaster distinctus d'Orbigny

Tab. II, figs 3, 3a, 3b

1872–1873. *Epiaster distinctus* d'Orb.– Pictet F., p. 365, tab. 31, figs 2–4.

Locality: Djebel Djerissa

Age: Albian

Epiaster jeanneti Collignon

Tab. II, figs 4, 4a, 4b, 4c

1950. *Epiaster jeanneti* Coll.– Collignon M., p. 13, tab. 2, figs 4a–b.

Locality: Djebel Djerissa

Age: Albian

Epiaster polygonus d'Orbigny

Tab. III, figs 1, 1a, 1b, 1c

1853–1860. *Epiaster polygonus* d'Orb.– d'Orbigny A., p. 188, tab. 854, figs 1–8.

Locality: Djebel Djerissa

Age: Aptian

Epiaster toxasteroides Poretzkaja & Lobatcheva

Tab. III, figs 2, 2a, 2b

1967. *Epiaster toxasteroides* Poret. & Lob.– Lobatcheva & Poretzkaja, p. 182, tab. 1, figs 1–9.

Locality: Djebel Djerissa

Age: Upper Baramian – Lower Aptian

Genus *Heteraster* d'Orbigny*Heteraster zirzensis* Szöreny

Tab. III, figs 3, 3a, 3b

1955. *Heteraster zirzensis* Szor.– Szoreny E., p. 249, tab. 20, figs 3–14, 16–20.

Locality: Djebel Slata

Age: Aptian

Suborder. HEMIASTERINA Fischer

Family. HEMIASTERIDAE Clark

Genus *Hemiasiter* Agassiz

Hemiasiter adonesensis Loriol

Tab. III, figs 4, 4a, 4b

1973. *Hemiasiter adonesensis* Lor.– Devries A., p. 77, tab. 4, figs 7–9, 10, 15.

Locality: Foajet Tomeur

Age: Cenomanian

Hemiasiter calvini Clark

Tab. IV, figs 1, 1a, 1b

1971. *Hemiasiter calvini* Clark– Buitron B. E., p. 34, tab. 10, figs 2–6.

Locality: Foajet Tomeur

Age: Upper Albian, Lower Cenomanian

Hemiasiter minimus Desor

Tab. IV, figs 2, 2a, 2b

1872–1873. *Hemiasiter minimus* Desor– Pictet F., p. 371, tab. 32, figs 1–3

Locality: Djebel Djerissa

Age: Albian

Hemiasiter phrynus Desor

Tab. IV, figs 3, 3a, 3b

1858. *Hemiasiter phrynus* Desor– Desor E., p. 368, tab. 42, figs 1–4.

Locality: Djebel Djerissa

Age: Albian

Hemiasiter whitei Clark

Tab. IV, figs 4, 4a, 4b

1971. *Hemiasiter whitei* Clark – Buitron B. S., p. 36, tab. 10, figs 7–9, tab. 11, figs 1–2.

Locality: Djebel Djerissa

Age: Albian

Family PALAEOSTOMATIDAE Loven

Genus *Washitaster* Loven

Washitaster bravoensis (Bose)

Tab. IV, figs 5, 5a, 5b.

1971. *Washitaster bravoensis* (Bose)– Buitron B. S., p. 37, tab. 11, figs 4–9.

Locality: Foajet Tomeur

Age: Albian – Lower Cenomanian

b. Paleocological character of fauna

Only one of seventeen identified species, *Hemidiadema rugosum* Ag., belongs to Regularia. The majority (14) of Irregularia are of the order Spatangoida, one of Holasteroidea, and one of Holoctypoida.

Some of Spatangoida have morphologic features typical only of this order (e.g. fascioles, plastron, well developed labrum, etc.). All these features are relative to the life conditions and the mode of life. That is why the morphofunctional analysis is very important for reconstruction of the paleoenvironment.

Because, the studied association was found in Aptianian, Albianian and Cenomanian deposits, the paleocological analysis must be made for each stage.

Aptianian. The only genus from the group Regularia, *Hemidiadema*, and three genera from the order Spatangoida: *Heteraster* (one species), *Toxaster* (two species), *Epiaster* (three species), were found in Aptianian deposits.

Hemidiadema rugosum is a small hemispherical form low in profile. Ambulacra are narrow. Poriferous zones straight, pores simple, small, round, increasing in number around peristome. Ambulacra bear a row of tubercles, the biggest one in ambitus area. Interambulacra quite broad, equipped with two rows of tubercles similar to ambulacral ones. These morphologic features do not suggest much about the species mode of life. The low, hemispherical test suggests its resistance to agitated water, and hence the life at small depths. Mortensen (1943) states about the Family of this species, Glyphociphidae, that it is not represented in Recent fauna, but that its life at moderate depths, like Recent temnopleuridae, is inferred.

The genera *Toxaster* and *Heteraster* resemble in morphology.

The only difference is in the structure of odd ambulacrum. Even ambulacra are long, on test surface, open at ends. Frontal depression is broad, not very deep and not sharply outlined. Labrum is not pronounced. Fascioles are not developed. These morphologic features indicate that the two genera belonged to epifauna. Szörenyi (1955) speculates that *Heteraster* existed in alga-grown areas, and fed on decayed plants and fine organic detritus. Hence, their morphology differs from the features of other Spatangoida, which is explained by being the oldest, most primitive forms.

Epiaster belongs to the same Family as the two preceding genera, and differs slightly on morphologic features. Petaloid ambulacra are long, either on the test surface or are slightly depressed. Fascioles are lacking. Peristome is more forward and labrum more or less pronounced. These features indicate that *Epiaster* was quite likely one of the epifauna.

The presence of regular echinoids, and primitive spatangoids with petaloids on the test surface, or only slightly depressed, without fascioles, and slightly pronounced labrum, indicate that the entire Aptianian association was epifaunal. The depth of their existence was relatively small (probably circalittoral). The bottom was loose. There is not a direct evidence of water temperature, only Burollet (1956) states for Aptianian deposits of Djebel Djerissa to form a real reef exceeding 200 m in thickness, rich in reef-building organisms, which means that water temperature was high (tropical-subtropical).

Albianian. One genus (*Echinoconus*) of the Albianian association belongs to the order Holoctypoida, and one (*Holaster*) to Holasteroidea. Each of them is represented by a single species. Three genera are of Spatangoida order: *Washitaster* (one species), *Epiaster* (two species), and *Hemiaster* (five species). Spatangoida species seem to be dominant.

Echinoconus has not Recent descendants. Its test is subconical or hemispherical with flat oral surface. Ambulacra are composed of simple plates, and pores are in straight (on aboral surface) or slightly irregular rows (on oral surface). These morphologic features are inadequate for a definite inference of the mode of life. Mortensen (1948) interprets that the genus existed more or less burrowing in substrate at a moderate depth.

Holaster has high convex skeleton. The frontal ambulacrum is in a funnel-like depression. Even ambulacra are subpetaloid areas. Fascioles are lacking. These morphologic features indicate an epifaunal genus, or their partial burrowing in substrate. Szörenyi (1955) writes that very little is known of the mode of life of this genus, and quotes Decke that *Holaster* prevailingly exists in zoogenic–calcareous mud. It crawls over the mud and burrows only to labrum to catch mud abounding in foraminifers and organic detritus. Because zoogenic–calcareous muds are mainly shallow–sea deposits, this genus can be taken for a shallow–sea inhabitant. Zaghbib–Turki (1989) assigns *Holaster* to epifauna, but believes that it could partly burrow in mud (probably to the petaloid distal ends which are superficial). Tubercles on the apical surface are sparse, and miliary ones are dense. These indicate that the genus was not fully adapted to burrowing into substrate.

The Epiaster mode of life was previously mentioned.

Hemiaster is most numerous in the Albianian association (represented by five species and a numerosity of specimens). All species of the association have comparatively low profiles and are uniformly flattened. The flattened skeletons are typical of burrowing echinoids. Ambulacra are petaloid. Frontal ambulacrum and anterior even petals almost equal in size. Posterior even petals are usually shorter than the anterior ones and vary in size from extremely short to long almost as far as ambitus. The studied specimens have posterior even petals quite long (about 2/3 to 3/4 of anterior petals). All are accommodated in deep furrows and bear numerous pores enlarged into small fissures and specialized for efficient respiration. By the petaloid structure, they belong to Circum–Mediterranean group (Zoeke, 1951, in: Smith, 1984) and indicate high water temperatures. Peristome is near the anterior test rim – a characteristic of burrowing echinoids. The functional significance of this position is in the partial food transport through the groove of odd ambulacrum which passes from aboral to oral surface; the shorter the groove, the faster the food transport. Tubercles on aboral surface are small, dense, uniform. It indicates that spines on this surface formed some kind of uniform and dense arching "screen" which prevented sediment grains from falling on the aboral surface and congesting the respiratory tube feet. The screen no doubt was an adaptation to the burrowing mode of life. Tubercles are larger on the oral surface and probably helped burrowing. *Hemiasters* have characteristic peripetal fascioles.

The above short description of *Hemiaster*'s morphology and functions leads to the following conclusions: 1. *Hemiasters* belong to infauna; 2. Species studied in this work indicate existence in warm sea which required intensive respiratory exchange. In other words, they could be included in the Circum–Mediterranean or African group; 3. For five Recent *Hemiaster* species, Mortensen (1950) states the existence in somewhat deeper water (commonly at depths between 140 m and 400 m), though shallower environment is not ruled out. In the studied association, it was found in community with *Echinoconus* and *Holaster*, which suggests small or moderate depth (likely sublittoral).

It follows from all the above stated that life conditions in the Albianian were similar to those in the Aptianian. Only the depth could have been slightly greater.

Cenomanianian. Only *Spatangoida* (*Epiaster*, *Hemiaster* and *Washitaster*) of the described morphologic features occur in the Cenomanianian. The lack of regular echinoids and representatives of other irregular echinoid orders suggest slightly deeper sea than in the Albianian (deep neritic zone). Other characteristics of the paleoenvironment are uniform through the Aptianian, Albianian and Cenomanianian and can be summarized as follows:

The sea bottom was loose, water temperature high (tropical–subtropical), salinity normal, mobility slight, oxygen supply somewhat reduced.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Buitron B. E., 1971: *Echinidos del Cretacio del Norte de Mexico*. p.p. 70, Mexico.
- Burollet P. F., 1956: Contribution a l'etude stratigraphique de la Tunisie Centrale.— *Ann. des Minies et de la Geol.* 18, Royan. de Tunis min. des trav. publ. Serv. des min. de l'indus. l'ener., pp. 345, Tunis.
- Collignon M., 1950: Recherches sur les faunes albiennes de Madagascar. II Les Echinides d'Ambarimananga, 1–6, Paris.
- Desor E., 1858: Synopsis des echinides fossiles.— Text pp. 490, Atlas Pl. 44, Paris, Wiesbade.
- Devries A., 1973: Suite aux Echinides d'Algerie. Note des Collab.— *Paleont. Nouv. ser. Bull.* 44, 45–88, Alger.
- Durham J. W. et al., 1966: Echinodermata 3. In: C. Moore (Ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology*.— Part U 1.2, pp.695, Kansas.
- Grubić A. and Petrović B., 1970: Etude geologique du Djebel Djerissa (Tunisie).— *Izveštaj u fondu stručnih dokumenata rudnika Djebel Djerissa, daktilografisano*, str. 88, Tunis.
- Janković A. and Grubić A., 1966: Etude structurale et metallogenique de la zone des gisements de fer Djebel Harraba – Djebel Djerissa (Tunisie).— *Ibid*, str. 73, Tunis.
- Лобатчева С. В. и Поретзкаја Е. С. (=Lobatcheva and Poretzkaja), 1967: Нови Епиастер из Туркменији – древнији представителј рода.— *Биостр. сбор. ВИП.* 3, Нов. сер. 129. 182–185. Ленинград.
- Mortensen T., 1943: A monograph of the Echinoidea.— III₂ *Camarodonta I*. pp. 553, Copenhagen.
- Mortensen T., 1948: A monograph of the Echinoidea. IV₁ *Holectypoida, Cassiduloida*. pp. 365. Copenhagen.
- Mortensen T., 1950: A monograph of the Echinoidea. V₁ *Spatangoida I*. pp. 432, Copenhagen.
- Orbigny A., 1853–1860: *Paleontologie francaise, terrain cretace*, 6, Text pp. 596, Atlas Pl. 1006, Paris.
- Pictet F., 1872–1873: *Materiaux pour la Paleontologie Suisse*.— 6eme ser., pp. 938, Geneve, Bale, Lyon.
- Smiser J., 1935: A monograph of the Belgian cretaceous Echinids.— *Mem.* 68, pp. 98, Bruxelles.
- Smith B., 1984: *Echinid Paleobiology*. ed. G. Allen and Unwin., pp. 191, London.
- Smith B. and Zaghbi-Turki D., 1985: Les Archiaciidae (Cassiduloida Echinoidea) du cretace superieur de Tunisie et leur mode de vie.— *Ann. de Paleont. (Vert.-invert.)*, 71, 1, 1–35, Paris, New York, Barcelone, Milan.
- Zaghbi-Turki D., 1975: Echinides du cretace de Tunisie centrale. Etude systematique, paleobiometrique et Paleoeologique.— *Centre d'etude et de Resh. de Paleont. biostrat. (CERPAB). Notes et Contrib.*, pp. 117, Orsay.
- Zaghbi-Turki D., 1989: Les echinides indicateurs des paleoenvironnement: un exemple dans le cenomanien de Tunisie.— *An. de Paleont. (Vert.-Invert.)*, 75, 2, 63–91, Paris, Milan, Barcelone, Mexico.

ТАБЛЈА I PLATE

- Сл. (Fig.) 1. *Hemidiadema rugosum* Agassiz, аборалпа страна (aboral side), × 2.
 1a. орална страна (oral side), × 2.
 1b. профил (side view), × 2.
- Сл. (Fig.) 2. *Echinoconus castanea* d'Orbigny, аборална страна (aboral side), × 1.
 2a. орална страна (oral side), × 1.
 2b. уздужни профил (lateral view), × 1.
- Сл. (Fig.) 3. *Toxaster collegnei* Sison da, аборална страна (aboral side), × 1.
 3a. орална страна (oral side), × 1.
 3b. уздужни профил (lateral view), × 1.
 3c. попречни профил (posterior view), × 1.
- Сл. (Fig.) 4. *Holaster loevis* Agassiz, аборалпа страна (aboral side), × 1.
 4a. орална страна (oral side), × 1.
 4b. уздужни профил (lateral view), × 1.
 4c. попречни профил (posterior view), × 1.

ТАБЛЈА II PLATE

- Сл. (Fig.) 1. *Toxaster subcylindricus* d'Orbigny, аборална страна (aboral side), × 1.
 1a. орална страна (oral side), × 1.
 1b. уздужни профил (lateral view), × 1.
 1c. попречни профил (posterior view), × 1.
- Сл. (Fig.) 2. *Epiaster crassissimus* d'Orbigny, аборалпа страна (aboral side), × 1.
 2a. орална страна (oral side), × 1.
 2b. уздужни профил (lateral view), × 1.
- Сл. (Fig.) 3. *Epiaster distinctus* d'Orbigny, аборална страна (aboral side), × 1.
 3a. орална страна (oral side), × 1.
 3b. уздужни профил (lateral view), × 1.
- Сл. (Fig.) 4. *Epiaster jeanneti* Collignon, аборална страна (aboral side), × 1.
 4a. орална страна (oral side), × 1.
 4b. уздужни профил (lateral view), × 1.
 4c. попречни профил (posterior view), × 1.

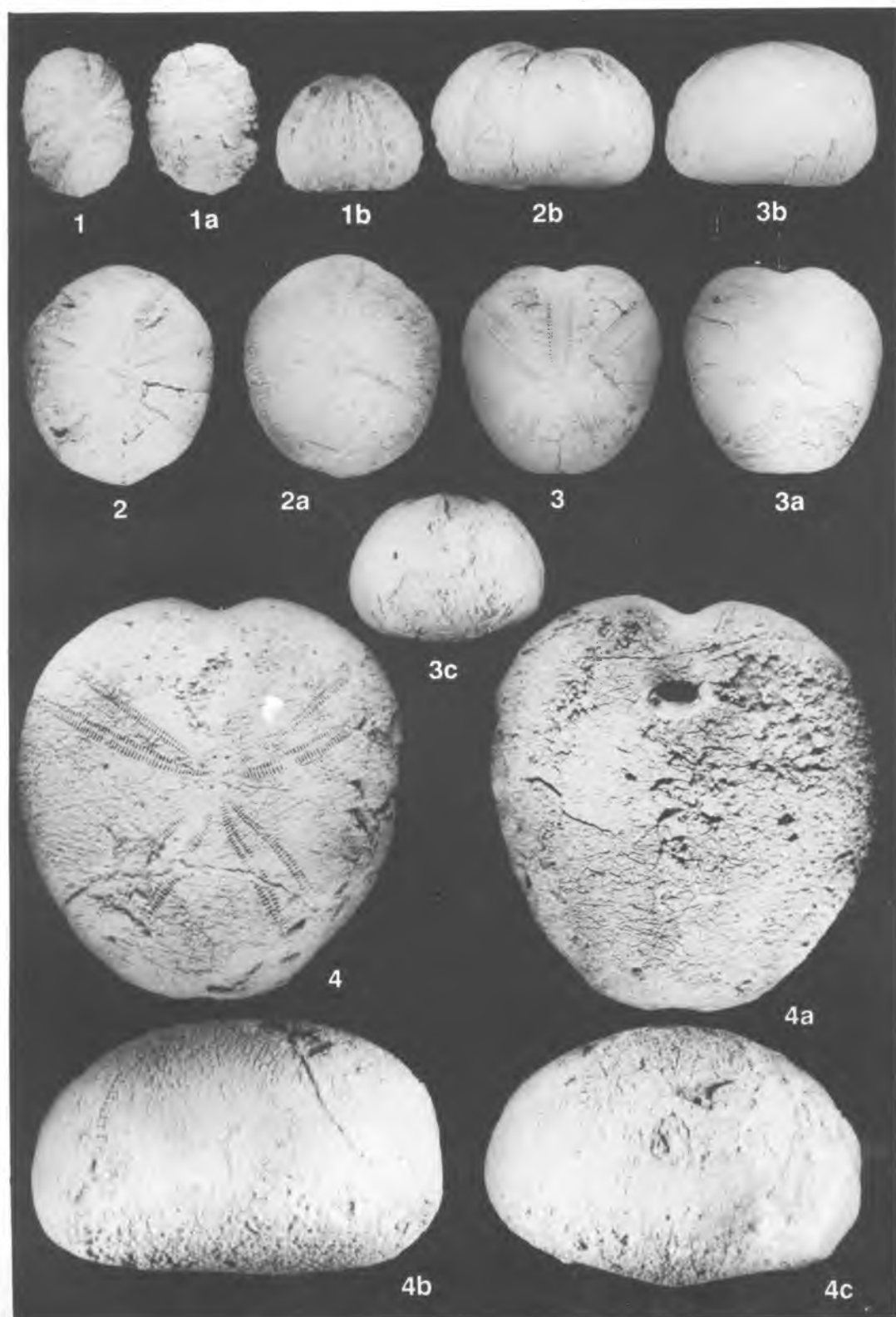
ТАБЛА III PLATE

- Сл. (Fig.) 1 *Epiaster polygonus* d'Orbigny, аборална страна (aboral side), × 1.
1а. орална страна (oral side), × 1.
1б. уздужни профил (lateral view), × 1.
1с. попречни профил (posterior view), × 1.
- Сл. (Fig.) 2. *Epiaster toxasteroides* Poret. & Lob., аборална страна (aboral side), × 1.
2а. орална страна (oral side), × 1.
2б. уздужни профил (lateral view), × 1.
- Сл. (Fig.) 3. *Heteraster zirzensis* Szöregy, аборална страна (aboral side), × 1.
3а. орална страна (oral side), × 1.
3б. уздужни профил (lateral view), × 1.
- Сл. (Fig.) 4. *Hemiaster adonesensis* Loriol, аборална страна (aboral side), × 1.
4а. орална страна (oral side), × 1.
4б. уздужни профил (lateral view), × 1.

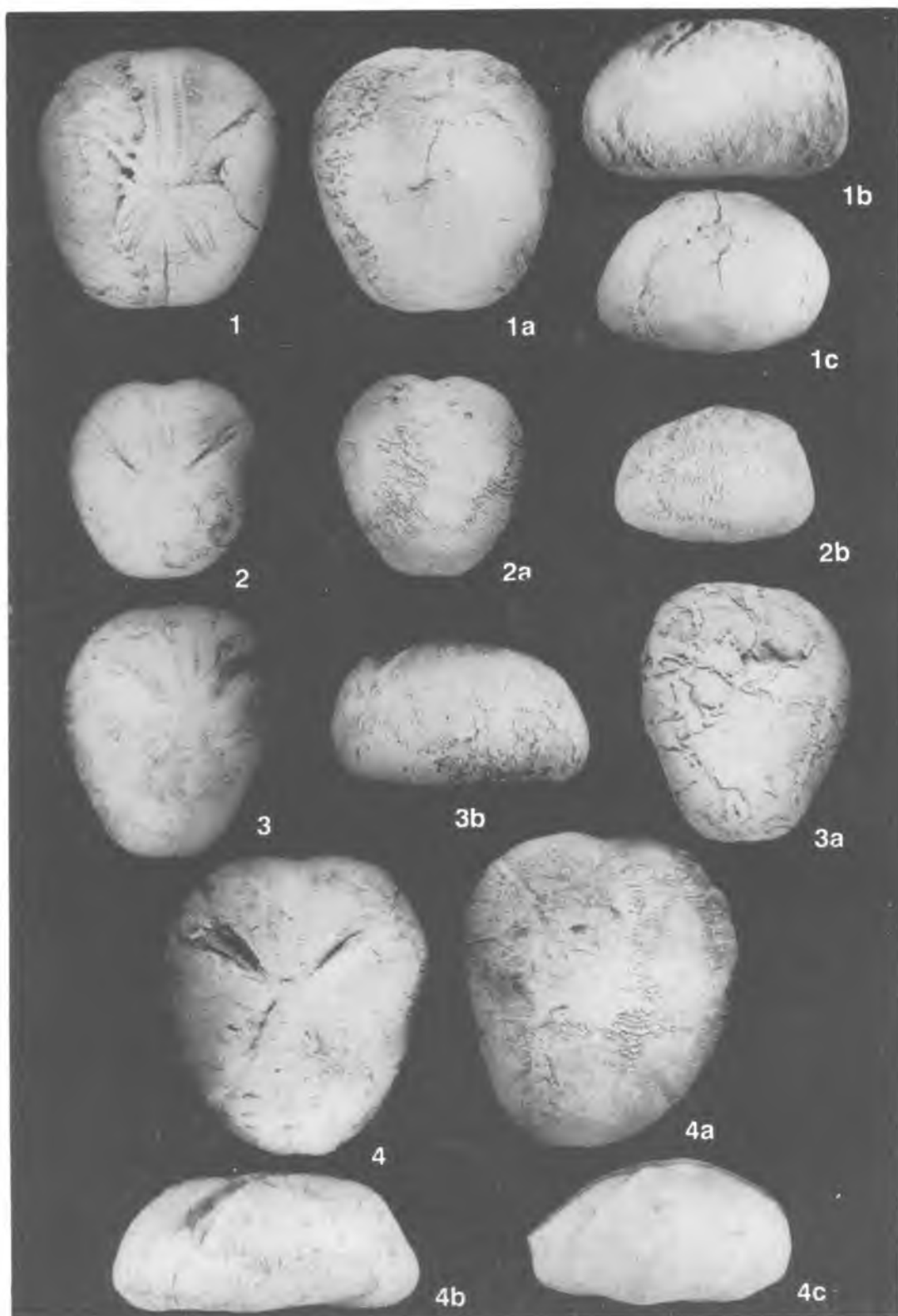
ТАБЛА IV PLATE

- Сл. (Fig.) 1. *Hemiaster calvini* Clark, аборална страна (aboral side), × 1.
1а. орална страна (oral side), × 1.
1б. уздужни профил (lateral view), × 1.
- Сл. (Fig.) 2. *Hemiaster minimus* Desor, аборална страна (aboral side), × 1.
2а. орална страна (oral side), × 1.
2б. уздужни профил (lateral view), × 1.
- Сл. (Fig.) 3. *Hemiaster phrynus* Desor, аборална страна (aboral side), × 1.
3а. орална страна (oral side), × 1.
3б. уздужни профил (lateral view), × 1.
- Сл. (Fig.) 4. *Hemiaster whitei* Clark, аборална страна (aboral side), × 1.
4а. орална страна (oral side), × 1.
4б. уздужни профил (lateral view), × 1.
- Сл. (Fig.) 5. *Washitaster bravoensis* (Böse), аборална страна (aboral side), × 1.
5а. орална страна (oral side), × 1.
5б. уздужни профил (lateral view), × 1.

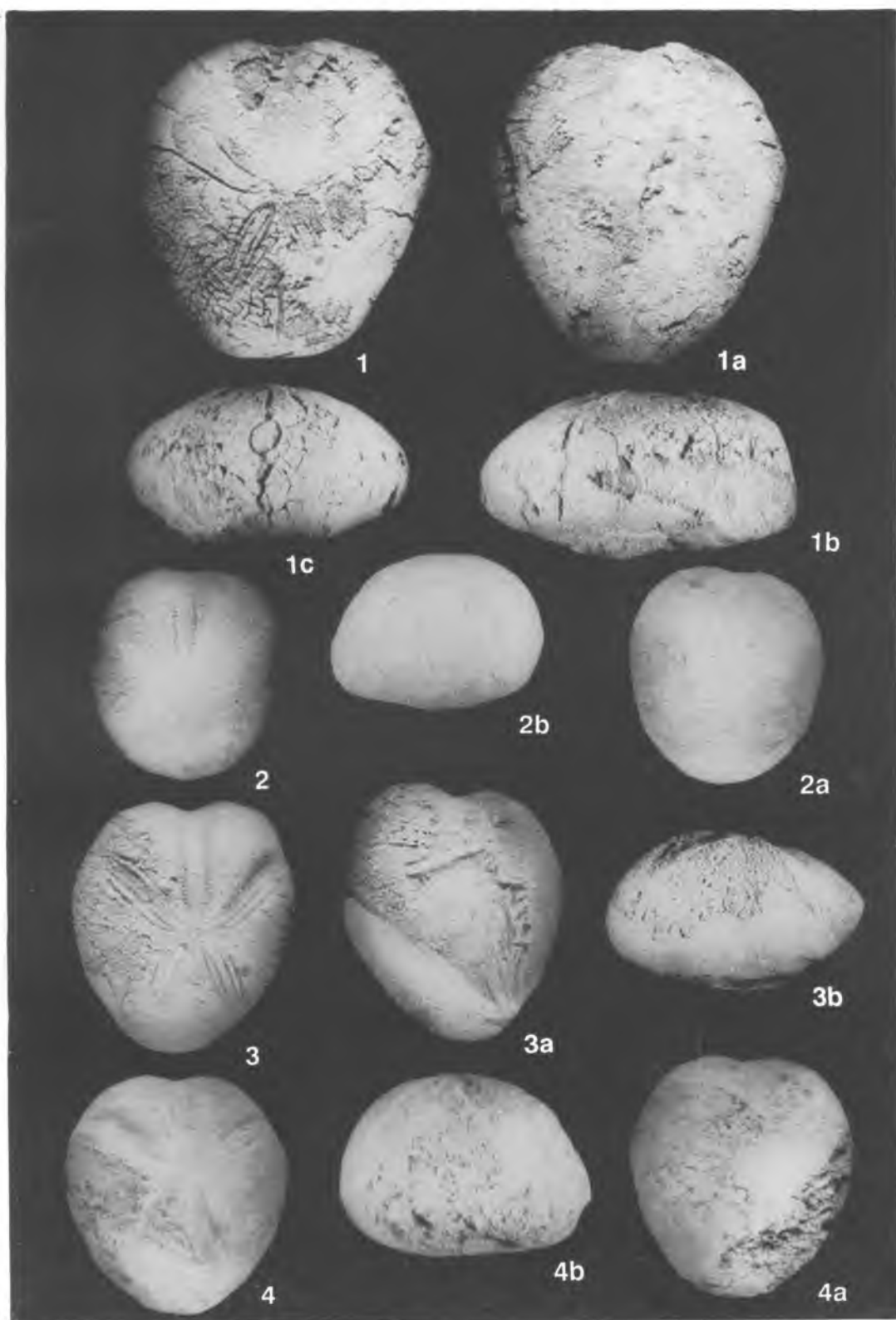
ТАБЛА I PLATE



ТАБЛА II PLATE



ТАБЛА III PLATE



ТАБЛА IV PLATE

