

N° d'ordre : ../DSTU/24

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE, DE LA VIE,
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

LABORATOIRE DE RECHERCHE n° 25
« PROMOTION DES RESSOURCES HYDRIQUES, PEDOLOGIQUES ET MINIERES,
LEGISLATION ET CHOIX TECHNOLOGIQUE »

THESE

Présentée par
Mohamed BELKERCHA

en vue de l'obtention du
DIPLOME DE DOCTORAT
en Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : GEOLOGIE
Option : PALEONTOLOGIE

Les échinides néogènes de l'Oranie (Algérie Nord-occidentale) : Révision de la systématique et signification paléoécologique

Soutenue le : 23/09/2024,

devant le jury composé de :

Abderrezak BOUANANI	Professeur	Univ. Tlemcen (Algérie)	Président
Mustapha BENSALAH	Professeur	Univ. Tlemcen (Algérie)	Directeur de thèse
Loïc VILLIER	Professeur	Sorbonne Université	Co-Directeur
Madani BENYOUCEF	Professeur	Univ. Mascara (Algérie)	Examineur
Mohammed ADACI	Professeur	Univ. Tlemcen (Algérie)	Examineur
Amine CHERIF	Professeur	Univ. Ouargla (Algérie)	Examineur

Année universitaire : 2024 - 2025

Table des matières

Remerciements	6
ملخص.....	1
Résumé.....	2
Abstract	3
Introduction.....	5

PREMIER CHAPITRE

Contexte géologique des bassins intra-montagneux de la région d'Oran

I) Cadre géographique.....	7
II) Cadre géologique	7
II.1) Bassin de la Tafna	7
II.2) Bassin du Bas Chélif.....	8
III) Cadre géodynamique	10
IV) Cadre stratigraphique	10

DEUXIÈME CHAPITRE

Etude lithostratigraphique

I) Introduction	12
II) Région de Tessala.....	12
II.1) Cadre géographique et géologique	12
II.2) Localisation des affleurements	13
II.3) Coupe de Tessala	15
II.4) Assemblage faunique	16
III) Secteur d'Arbal.....	17
III.1) Coupe d'oued Tanegroutah (Arbal).....	17
III.2) Assemblage faunique	21
IV) Vallée de l'Oued Sidi Mediouni.....	21
IV.1) Introduction	21
IV.2) Cadre géologique et géographique.....	21
IV.3) Coupe de Sidi Mediouni	22

IV.4) Assemblage faunique	24
V) Secteur de Sidi Bakhti	26
V.1) Coupe de Sidi Bakhti.....	28
V.2) Conclusion	30
VI) Région de Sig.....	31
VI.1) Coupe du barrage de Sig	33
VI.2) Coupe de Cheurfas	36
VI.3) Conclusion	36
VII) Région de Ben Abdelmalek Ramdane	37
VII.1) Coupe de Ben Abdelmalek Ramdane.....	38
VII.2) Conclusion	40
VIII) Région de Jdiouia	40
VIII.1) Coupe de Jdiouia	42
VIII.2) Coupe de Sidi Abdelkader	44
VIII.3) Conclusion	44
IX) Région de Oued Rhiou-Oued Sly.....	44
IX.1) Coupe de Oued Rhiou.....	45
IX.2) Conclusion	50
X) Conclusions sédimentologiques et stratigraphiques.....	50

TROISIÈME CHAPITRE

Systématique

I. Historique.....	52
II) Etude systématique	61
II.1) Famille des Cidaridae.....	61
a) <i>Cidaris</i>	62
a.1) <i>Cidaris sahariensis</i>	62
II.2) Famille des Toxopneustidae	63
a) <i>Schizechinus</i>	64
a.2) <i>Schizechinus sahariensis</i>	65
b) <i>Oligophyma</i>	70
b.1) <i>Oligophyma cellense</i>	70
II.3) Famille des Parechinidae.....	72

a) <i>Psammechinus</i>	72
a.1) <i>Psammechinus dubius dubius</i>	73
II.4) Famille des Echinolampadidae	75
a) <i>Echinolampas</i>	75
a.1) <i>Echinolampas abbreviata</i>	77
a.2) <i>Echinolampas clauda</i>	79
a.3) <i>Echinolampas hemisphaerica</i>	80
a.4) <i>Echinolampas costata</i>	84
a.5) <i>Echinolampas pyguroides</i>	86
b) <i>Hypsoclypus</i>	88
b.1) <i>Hypsoclypus doma</i>	89
II.5) Famille des Clypeasteridae	91
a) <i>Clypeaster</i>	92
a.1) <i>Clypeaster portentosus</i>	93
a.2) <i>Clypeaster subacutus</i>	95
a.3) <i>Clypeaster brevior</i>	97
a.4) <i>Clypeaster pachypleurus</i>	98
a.5) <i>Clypeaster angustatus</i>	99
a.6) <i>Clypeaster subconicus</i>	101
a.7) <i>Clypeaster altus</i>	102
a.8) <i>Clypeaster ogleianus</i>	104
a.9) <i>Clypeaster pyramidalis</i>	105
a.10) <i>Clypeaster expansus</i>	107
a.11) <i>Clypeaster marginatus</i>	108
II.6) Famille des Aatriclypeidae	110
a) <i>Amphiope depressa</i>	111
II.7) Famille des Schizasteridae	118
a) <i>Schizaster</i>	118
a.1) <i>Schizaster sahelensis</i>	118
a.2) <i>Schizaster speciosus</i>	124
a.3) <i>Schizaster cavernosus</i>	128
a.4) <i>Schizaster phrynus</i>	130

a.5) <i>Schizaster barbarus</i>	132
a.6) <i>Schizaster maurus</i>	133
b) <i>Opissaster</i>	136
b.1) <i>Opissaster insignis</i>	136
II.8) Famille des Brissidae	141
a) <i>Brissus</i>	141
a.1) <i>Brissus unicolor</i>	141
b) <i>Plagiobrissus (Rhabdobrissus)</i>	146
b.1) <i>Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae</i>	146
c) <i>Schizobrissus</i>	149
c.1) <i>Schizobrissus mauritanicus</i> forme 1.....	150
c.2) <i>Schizobrissus mauritanicus</i> forma 2.....	155
d) <i>Brissopsis</i>	160
d.1) <i>Brissopsis crescenticus</i>	161
d.2) <i>Brissopsis latipetalus</i>	166
d.3) <i>Brissopsis speciosum</i>	168
d.4) <i>Brissopsis boutyi</i>	169
II.9) Famille des Loveniidae	172
a) <i>Echinocardium</i>	173
a.1) <i>Echinocardium depressum</i>	173
II.10) Famille Spatangidae	177
a) <i>Sardospatangus</i>	177
a.1) <i>Sardospatangus tesselatus</i>	178
a.2) <i>Sardospatangus sahariensis</i>	184
III) conclusion	189

QUATRIÈME CHAPITRE

Paléoécologie

I) Introduction	191
II) Aspects écologiques des échinides	191
III) Ecologie des échinides en fonction de leur morphologie.....	193
III.1) Forme du test	193

III.2) Tubercules et radioles des échinides réguliers.	193
III.3) Tubercules et radioles des spatangues.	194
IV) Signification paléoécologiques des caractères des pores ambulacraires	195
IV.1) Unipores évasés	197
IV.2) Unipores restreint	198
IV.3) Unipores avec une région périporale développée.....	198
V) Interprétation paléoécologique des genres étudiés	200
V.1) Genre <i>Cidaris</i>	200
V.2) Genre <i>Schizechinus</i> et <i>Oligophyma</i>	201
V.3) Genre <i>Amphiope</i>	201
V.4) Genre <i>Clypeaster</i>	202
V.5) Genre <i>Schizaster</i>	204
V.6) Genre <i>Sardospatangus</i>	204
V.7) Genre <i>Brissus</i>	205
V.8) Genre <i>Brissopsis</i>	205
V.9) Genre <i>Schizobrissus</i>	206
V.10) Genre <i>Echinocardium</i>	207
V.11) Genre <i>Plagiobrissus</i>	207
V.12) Genre <i>Opissaster</i>	207
V.13) Genre <i>Echinolampas</i>	208
V.14) Genre <i>Hypsoclypus</i>	208
VI) Interprétation paléoécologique de la coupe de Tessala	208
VII) Interprétation paléoécologique de la coupe d'Arbal	210
VIII) Interprétation paléoécologique de la coupe de l'Oued Sidi Mediouni	211
VIX) Interprétation paléoécologique de la région de Sig.....	213
X) Interprétation paléoécologique de la coupe de la région de benabdelmalek Ramdane..	214
XI) Interprétation paléoécologique de la coupe de la région de Sidi Bakhti	214
XII) Interprétation paléoécologique de la région de Jdiouia oued Sly.....	216
XIII) Interprétation paléoécologique de la région de Oued Rhiou.....	217
XIV) Synthèse paléoécologique	219
XV) Conclusion générale et recommandations.....	220
Références bibliographiques.....	224
Liste des figures et tableaux.....	258
Planches	263

Remerciements

Au terme de ce travail tout le mérite revient à Dieu tout puissant de nous avoir fourni la santé la force et le courage de mener à bien cette recherche.

Je tiens à remercier mon directeur de thèse, le professeur Mustapha Bensalah, de l'université Abou Bekr Belkaid-Tlemcenen pour son soutien, ses conseils et sa patience tout au long de ce projet ainsi que mon co-directeur le professeur Loïc Villier de Sorbonne Université.

Un grand merci aux membres du jury qui ont accepté d'examiner le présent travail.

Mes sincères remerciements à mon frère et amis le professeur Bendella Mohamed et Madani Benyoucef.

Je voudrais également remercier mes collègues du laboratoire n° 25 de l'université Abou Bekr Belkaid-Tlemcenen en particulier Mrs Adaci, et Hakim Habib, Boucif Abdelkader et Mebarki. Sans oublier Mr Mustapha Benchouk.

Mr Mustapha Sebai, pour son aide et accompagnement sur terrain.

Un remerciement particulier à Mr Pedro José Silva Pereira, de l'université de Lisbonne, Mr Paolo Stara, du centre d'études de l'histoire naturelle de la méditerranée et Mr Enrico Borghi, de la Società Reggiana di Scienze Naturali.

Sans oublier mes collègues de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef : Mme Yacef, Fadela, Mr Ali Samet, Mahfoud Hadj Cherif, Adda Mouloud, Zaghari Ahmed, Hamadai Ali, Mahdjoub Abdelhak, Atouchek Linda, Bourahla Mohamed, Hachemi Youba Ilyes.

Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude envers ma famille pour leur soutien inconditionnel en particulier mon frère Bilal pour son aide sur terrain et sa passion pour la paléontologie

ملخص

يعود تاريخ معظم الاعمال على قنفاذ البحر للقطاع الوهراني إلى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، ولا سيما أعمال بوميل (1885-1887) وكوتو بيرون وجواتيه (1891) ومنذ ذلك الحين لم يتم إجراء اي مراجعة

أتاحت المجموعات الجديدة عبر نتوءات النيوجين في هذه المنطقة الشاسعة، وأحياناً حتى داخل المناطق النموذجية التي ذكرها المؤلفون السابقون، إجراء دراسات جديدة لهذه الحيوانات الاستثنائية تماماً والتي تتكون من 39 نوعاً تنتمي إلى 16 جنساً و10 عائلات.

بفضل طرق الدراسة الجديدة، مثل بنية لوحات المنطقة الفموية، والقياسات الحيوية للعينات وكذلك استخدام السمات الوظيفية المورفولوجية التي من خلالها كانت مراجعة هذه المجموعة من الكائنات الحية هي الأمثل مما يسمح بنقل أنواع معينة مثل *Spatangus sahelensis* و *tesselatus* إلى جنس *Sardospatangus*، وإعادة *Schizobrissus mauritanicus* كنوع الجنس، وتصحيح بعض الصفات مثل عدد المسام التناسلية للقرص القمي في *Opisaster insignis* من أربعة بدلاً من اثنين كما ذكره المؤلف، نفسه اما بالنسبة لـ *Amphiope depressa* يحتوي قرصه القمي على أربع مسام تناسلية بدلاً من خمسة.

تم توثيق أنواع أخرى لأول مرة، مثل *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae* و *Echinocardium depressum*.

على المستوى البيئي القديم، تشهد هذه الحيوانات، التي فضلت الطحالب والمارل والمارل الرملي وسحنة الحجر الجيري الحيوي الفتاتي، على وجود بيئة تحت الساحلية.

الكلمات الدالة:

القطاع الوهراني، قنفاذ البحر، النيوجين، الوظيفية المورفولوجية، مراجعة، البيئي القديم.

Résumé

L'essentiel des travaux sur les échinides de l'Oranie, remontent à la fin du XIX^e siècle et début du XX^e siècle notamment avec les travaux de Pomel, (1885-1887) et de Cotteau Peron et Gauthier, (1891) depuis lors aucune révision n'a été entreprise.

De nouvelles récoltes à travers les affleurements néogènes de ce vaste territoire parfois même au sein des localités types citées par les anciens auteurs ont permis d'entreprendre de nouvelles études de cette faune assez exceptionnelle composée de 39 espèces appartenant à 16 genres et 10 familles.

Grace aux méthodes d'études, comme l'architecture des plaques de la face orale, les mesures biométriques des spécimens ainsi que l'utilisation de l'analyse morpho-fonctionnels par laquelle la révision taxonomique de ce groupe d'organismes a été optimale permettant le transfert de certains espèces comme *Spatangus sahelensis* et *Spatangus tessellatus* au genre *Sardospatangus*, et la restitution de *Schizobrissus mauritanicus* comme espèce type du genre, de corriger certains caractères comme le nombre de pores génitaux du disque apical chez *Opisaster insignis* de quatre au lieu de deux comme évoqué par son auteur, il est de même pour *Amphiope depressa* dont le disque apical compte quatre pores génitaux au lieu de cinq.

D'autres espèces sont signalées pour la première fois, à l'instar de *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae* et *Echinocardium depressum*.

Sur le plan paléoécologique cette faune à affinité pour les faciès algaires, marneux, marnes sableuses et les calcaires biodétritiques, témoigne d'un milieu sublittoral.

Mots clés :

Echinides, Actualisme, néogène, Systématique, biométrie, lithostratigraphie, paléoécologie.

Abstract

Most of the work on the echinoids of Oran region dates to the end of the 19th century and the beginning of the 20th century, notably with the work of Pomel (1885-1887), Cotteau Peron and Gauthier, (1891); since then, no revision has been undertaken.

New collections through the Neogene outcrops of this vast, sometimes even within the type localities cited by the authors, have made it possible to undertake new collections by collecting a rather exceptional fauna composed of 39 species belonging to 16 genera and 10 families.

Thanks to new study methods, such as the architecture of the plates of the oral face, the biometric measurements of the specimens as well as the use of morpho-functional analysis where the taxonomic revision of this group of organisms was optimal allowing the transfer of certain species such as *Spatangus sahelensis* and *Spatangus tessellatus* to the genus *Sardospatangus*, and the restoration of *Schizobrissus mauritanicus* as the type species of the genus, to correct certain characters such as the number of genital pores of the apical disc in *Opisaster insignis* of four instead of two as mentioned by its author, it is the same for the *Amphiope depressa* whose apical disc has four genital pores instead of five.

Other species are reported for the first time, such as *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae* and *Echinocardium depressum*.

On the paleoecological level, this fauna was found in algal, marly, sandy marl and biotrital limestone facies, mostly sublittoral environments.

Key words

Echinoids, Actualism, Neogene, Systematic, biometrics, lithostratigraphy, paleoecology.

Introduction

La reconstitution des paléoenvironnements est un des champs d'étude privilégié de la paléontologie depuis le début de son histoire. Combinées avec les outils de la sédimentologie ou de la géochimie, les approches paléontologiques permettent de caractériser les environnements représentés par des roches sédimentaires. Leur distribution spatiale et leur succession temporelle reflètent d'une façon générale les conditions de vie de l'échelle d'un bassin sédimentaire aux conditions globales, et leur fluctuation à travers les temps géologiques. Pour mieux comprendre ces variations, l'utilisation des organismes fossiles et leurs semblables actuels revêt un intérêt capital.

Les échinides constituent un groupe d'intérêt majeur pour les paléontologues qui s'intéressent aux reconstitutions paléoenvironnementales. Ces organismes marins occupent des niches écologiques variées dans tous les environnements marins benthiques et leur morphologie est étroitement adaptée à leur mode de vie et aux conditions environnementales.

Le squelette des échinides est constitué d'un ensemble de plaques calcaires organisées en une enveloppe solide (le test) communément conservé à l'état fossile. Des piquants (ou radioles) sont attachés à la surface du test et assurent des fonctions de protection contre les prédateurs chez les espèces épibenthiques et le creusement, le maintien du terrier, et la progression de l'animal dans les sédiments pour les espèces fouisseuses. Les tissus mous du système ambulacraire assurent par ailleurs des fonctions de locomotion, de manipulation de la nourriture, ou les échanges gazeux. Les pieds ambulacraires (ou podia) traversent les plaques squelettiques ce qui permet d'interpréter leurs fonctions sur les fossiles d'après les pores du squelette et les traces d'insertion des tissus mous. Le succès évolutif des échinides est lié à l'acquisition de structures morpho-fonctionnelles complexes qui ont permis de conquérir différents biotopes et de tirer profit au maximum de leur milieu de vie. Ce sont ces adaptations qui sont exploitées par les paléontologues pour inférer le mode de vie des espèces fossiles et les conditions paléoenvironnementales.

Le travail mené dans le cadre de cette étude vise à actualiser les connaissances des échinides néogènes des bassins sédimentaires de la région d'Oran, en Algérie et de les utiliser à des fins des reconstitutions paléoenvironnementales. L'essentiel des travaux sur les échinides de l'Oranie, remontent à la fin du XIX^e siècle et début du XX^e siècle notamment avec les travaux de [Pomel, \(1885-1887\)](#) et de [Cotteau, Peron et Gauthier \(1891\)](#). Aucune révision exhaustive n'avait été entreprise depuis.

Le premier chapitre propose un aperçu de la géographie et de la géologie de la région d'Oran et en particulier sur les séries d'âge Néogène.

Des campagnes de terrains ont été menées afin de collecter du matériel nouveau, précisément localisé géographiquement et stratigraphiquement. Chaque affleurement

exploré a fait l'objet de prélèvements paléontologiques minutieux, d'un lever de log stratigraphique. Le second chapitre est dédié à la description lithologique des affleurements. Il détaille le contenu paléontologique des gisements, les faciès sédimentaires et met en évidence les paramètres environnementaux susceptibles d'expliquer la répartition des espèces fossiles. La présentation des données est facilitée par des coupes, logs, cartes et tableaux.

Le plus important chapitre est dédié à l'étude systématique des échinides recueillis. Les descriptions anatomiques font appel à la terminologie généralement adoptée par les synthèses récentes sur l'anatomie des échinides (Kroh & Smith, 2010 ; Smith, 1980a, b, c) pour les types de pores ambulacraires ; Smith & Stockley, 2005 pour les trajets des fascioles). Il tente une révision systématique fondée sur les nouvelles données et moyens, de détermination des espèces (mesures biométriques, architectures des plaques de la face orale des tests des échinides). Les faunes algériennes sont comparées à celles décrites dans d'autres bassins du domaine méditerranéen.

Le quatrième chapitre propose une reconstitution paléoécologique des différentes espèces fondée sur le principe de morphologie fonctionnelle et l'utilisation du principe de l'actualisme. La faune associée aux échinides collectée dans différents terrains géologiques dans le cadre de cette étude sera examinée, telle des bivalves qui peuvent compléter les arguments des conditions paléoenvironnementales.

PREMIER CHAPITRE

Contexte géologique des bassins intramontagneux de la région d'Oran

I) Cadre géographique

L'Oranie occupe la partie nord-occidentale de l'Algérie. Cette aire est le siège de deux bassins sédimentaires néogènes sublittoraux ([Perrodon, 1957](#)). Le bassin du Chélif, allongé d'Est en Ouest, est compris entre les Monts du Dahra et les massifs côtiers oranais qui le séparent de la mer et les Monts des Tessala et des Beni Chougrane qui constituent une série de reliefs méridionaux. Le bassin de la Tafna, dans l'Oranie occidentale, dont les sédiments néogènes se répartissent pour une grande part autour de l'Oued qui porte le même nom, issus des Monts de Tlemcen et dont le cours dans sa partie inférieure prend une orientation N-S avant de se jeter dans la Méditerranée. Les affleurements du Miocène supérieur constituent une bande assez étroite, comprise entre la Méditerranée et les collines des Sebaa Chioukh au Sud, et qui s'étend depuis la bordure du massif des Traras à l'Ouest jusqu'aux abords de la sebkha d'Oran à l'Est ([Saint Martin, 1990](#)).

Au Miocène supérieur, ces deux bassins ont connu une sédimentation diversifiée, parfois complexe avec de brusques variations de faciès. Les termes principaux sont : marnes bleues à microfaune pélagique (centre des bassins), diatomites, calcaires à Algues, calcaires coralliens, grès et évaporites. Les évaporites n'apparaissent que dans le bassin du Chélif ([Rouchy et al., 1982](#) ; [Saint-Martin et al., 1992](#) ; [Belkebir et al., 1996](#)).

Il est à noter que l'ensembles des sites étudiés dans cette thèse se répartissent dans le bassin du Bas Chélif.

II) Cadre géologique

Les terrains néogènes de (l'Oranie) Algérie nord occidentale, (fig.1) forment une bande qui s'allonge parallèlement à la côte méditerranéenne, depuis la frontière marocaine à l'Ouest jusqu'au méridien d'Alger à l'Est ([Perrodon, 1957](#)), ils forment des zones peu élevées limitées par des reliefs d'âge Mésozoïque plissés.

II.1) Bassin de la Tafna

Le bassin de la Tafna est constitué par la plaine de Ghossel, qui est limitée par les massifs bordiers ; Monts des Tlemcen, Monts des Traras, et la chaîne du Tessala ([Gentil, 1903](#)).

Le massif de Traras est constitué par une série de crêtes parallèles de direction NE-SO, et la chaîne de Tessala qui divise le bassin de la Tafna en deux parties à peu près égales dont le point culminant du djebel Tessala atteint 1056 m. Au nord du Tessala, la petite chaîne de Skouna, prend également naissance au pied du massif des Traras, son point culminant étant le Djebel Skouna (409 m).

La chaîne du Sahel d'Oran débute à Oran par le piton escarpé du Santa-Cruz (372 m.) et se continue par la crête du Djebel Murdjadjou qui s'élève insensiblement jusqu'au Djebel Sabiha ; point culminant du Sahel (591 m.) A partir de ce point, le Sahel d'Oran s'abaisse graduellement pour s'arrêter brusquement en falaise au cap Figalo, à 195 m.

Les accidents montagneux sont séparés par des dépressions importantes sillonnées par des cours d'eau. Ces dépressions sont occupées par les terrains tertiaires et notamment par les terrains néogènes dont les principales sont la vallée de la « Moyenne Tafna » et la « Basse Tafna » en majorité formée par des terrains miocènes, Plaine de la Mekerra et Plaine de la Sebka ou du Grand Lac Salé d'Oran.

II.2) Bassin du Bas Chélif

Sur le plan géomorphologique c'est un bassin entouré par des plaines et de plateaux peu élevés au pied des massifs mésozoïques au sud, il est bordé par les Monts de Tessela, Oued Ali, les Beni Chougranes et l'Ouarsenis.

Les collines situées dans la partie orientale du bassin culminent à 664 m. Les plateaux sont constitués par le plateau d'El Amria, à l'Ouest, de Mostaganem à l'Est et le plateau de Hachacha sur le flanc nord du Dahra. La plaine du Chélif s'étend à l'Est depuis la région Chlef jusqu'au son confluent de Oued Chlef avec Oued Mina dans la région de Relizane à l'Ouest (Perrodon, 1957).

Les bassins néogènes de l'Algérie nord occidentale le bassin du bas Chélif et le bassin de la Tafna sont des bassins synorogéniques, dont l'histoire est étroitement liée aux phases paroxysmales de l'orogénèse Alpine (Perrodon, 1957 ; Belkebir et al., 1996).

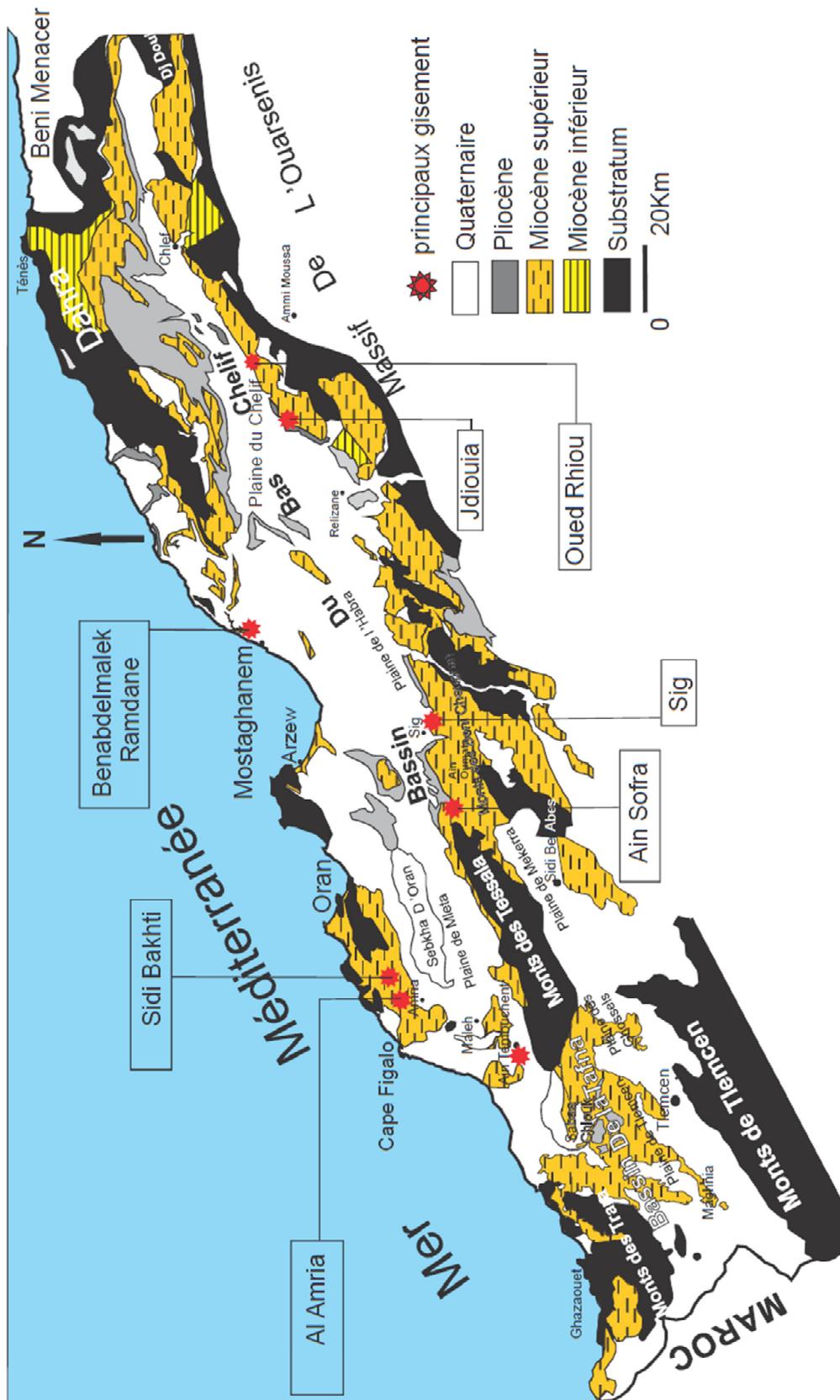


Figure 1: Cadre géographique et géologique des principaux gisements la région d'étude (Perrodon, 1957 modifié).

III) Cadre géodynamique

La bordure nord du sillon de Chelif est caractérisée par une subsidence active, accompagnée par des mouvements de soulèvement des chaînes bordières. La série miocène inférieur est marine transgressive.

L'absence du miocène inférieur dans certaines régions ou sa réduction, est induite par l'existence de hauts fonds ou même des îlots émergés, cette tectonique est accompagnée d'un volcanisme avec des dépôts cinéritiques en particulier dans la partie occidentale du bassin (S.N.REPAL, 1952). La fin du Miocène inférieur est caractérisée par un soulèvement des chaînes côtières provoquant une régression partielle.

Au Miocène supérieur, l'activité tectonique reprend avec une nouvelle transgression marine, la sédimentation de base est franchement marine de caractère littoral, sur les bordures dans les zones internes du bassin, une sédimentation marneuse se poursuit accompagnée d'un affaissement lent et continu, dépôt de marnes dans la zone interne où la subsidence est toujours active, ainsi que le volcanisme marqué par l'intercalation de niveaux cinéritiques dans les marnes bleues, l'enrichissement en silice favorise la conservation des radiolaires et des diatomées qui vont contribuer à la formation des marnes diatomitiques.

Sur les hauts fonds, se développent une barrière de calcaires à algues et une zone laguno-marine. La fin du Miocène supérieur est une période de stabilité conduisant à l'achèvement du cycle sédimentaire.

Au Pliocène un affaissement généralisé dans la zone centrale a permis l'incursion de la mer Pliocène mais sans atteindre l'extension maximale du Miocène. Ce nouveau cycle est fidèle à la sédimentation du Miocène supérieur par les dépôts dans sa partie inférieure des marnes bleues du Plaisancien avec des niveaux de base devenant de plus en plus littoraux et la formation de faciès calcaires construits sur les hauts fonds, vers l'Ouest les faciès sont moins profonds avec des dépôts de sable et de marnes sableuses.

Le cycle Pliocène est interrompu par une régression progressive à la fin des dépôts de marnes bleues à l'inverse de ce qui a passé au miocène supérieur pendant la crise de salinité messénienne et la reprise de l'érosion avec une sédimentation très détritique et représenté par des grès Astien. Le Pliocène se termine par l'installation et le développement des faciès continentaux et se dessine ainsi les traits structuraux du bassin néogène (S.N. REPAL, 1952).

IV) Cadre stratigraphique

Le Miocène inférieur et moyen sont caractérisés par des dépôts continentaux Conglomératiques, gréseuse et/ou marno-argileuse, avec variation latérales de faciès

débutant par une formation continentale (Dahra, Massifs côtiers d'Oran, Ouarsenis : (Bessedik & Belkebir, 1985, & Belkebir et Bessedik, 1991), proposant un âge Burdigalien terminal ou Langhien (Belkebir et al., 1996). Les dépôts marins sont représentés par des faciès gréseux, et marneux sableux de part et d'autre du massifs du Dahra et au nord des massifs de l'Ouarsenis Burdigalien terminal et Langhien basal.

Le Langhien supérieur et Serravallien inférieur avec une sédimentation marneuse à gypse (Mers El Kebir, Canastel, Tessala et Dahra nord (Belkebir et al., 1996). Les dépôts continentaux à margino-littoraux avec des dépôts de grès, argiles et conglomérats sont fréquents dans les bassins du Chéelif et de la Tafna, pouvant dépasser 400 m d'épaisseur donnant un âge Serravallien à Serravallien supérieur (Belkebir et al., 1996).

Les dépôts du Miocène supérieur de Oranie commencent par des niveaux de conglomérats et des calcaires biodétritiques à *Clypeaster* et *Heterostigina* du Tortonien qui sont discordants sur les marnes et grès du Serravallien supérieur. Les marnes bleues attribuées au Tortonien (Belhadji et al., 2008) se déposent dans les zones les plus profondes, la partie supérieure de ces marnes passe à des calcaires argileux ou marnes sableuses fossilifères du Tortonien supérieur. L'âge Messinien pour l'extrême sommet de la formation marneuse est confirmée par la présence de *Globorotalia mediterranea* (Saint-Martin et al., 1992 ; Belkebir et al., 1996). Les zones de plateformes peu profondes ont facilité l'installation de bioconstructions (Saint-Martin et Rouchy, 1986). Les fluctuations du niveau marin, la structuration tectonique des bassins et les événements majeurs comme la crise de salinité messinienne ont constitué à la différenciations de nombreuses communautés d'invertébrés dont les échinides constituent un maillon essentiel, utile pour les interprétations paléoécologiques et paléobiogéographiques.

DEUXIÈME CHAPITRE

Etude lithostratigraphique

I) Introduction

Le Néogène fut une période décisive pour la Méditerranée (Steininger et *al.*, 1986).

La convergence des plaques africaine et euro-asiatique induit la rupture des communications avec l'océan Indien au cours du Miocène moyen, la méditerranéenne dépendait des approvisionnements de l'Atlantique. La poursuite des phénomènes géodynamiques de convergence au Miocène supérieur accentué par les variations glacio-eustatiques amènent à l'installation de la crise de salinité dans cette région.

Pendant le Pliocène et avec la réouverture du détroit de Gibraltar et la hausse du niveau marin, le bassin méditerranéen retrouve des conditions marines normales. En conclusion, c'est la tectonique du domaine alpin qui en modifiant la circulation océanique de la Téthys, a contrôlé pendant le Néogène le dépôt des formations lithologiques sur les marges de la méditerranéenne (Nesteroff et *al.*, 1972).

Les secteurs concernés par cette étude se répartissent de l'ouest vers l'est englobant la région des Tessala (dépôts miocènes moyen de la localité de Ain Sofra), Ain Témouchent (dépôts miocènes supérieur d'el Amria), Oran, Sig (dépôts néogènes de l'anticlinal de Touakas), Mostaganem (dépôts du Miocène inférieure de la localité de Ben Abdelmalek Ramdane), Relizane (Miocène supérieur de la région de Jdiouia et de Htatba de Oued Rhiou), et la wilaya de Chlef (les dépôts Miocène supérieur de Oued Sly).

II) Région de Tessala

II.1) Cadre géographique et géologique

Faisant partie de l'Atlas tellien, la chaîne de Tessala allongé du sud au sud-ouest d'Oran sur une centaine de kilomètres avec des reliefs qui culminent de 500 à 1000 mètres d'altitude dont le point le plus culminant atteint 1061 mètres où cette chaîne revêt un aspect plus escarpé.

Surplombant les plaines de la Mléta et de Sidi-bel-Abbès elle est entaillée par de nombreux cours d'eau qui érodent les terrains Crétacé et Eocène, le Jurassique est représenté par les calcaires du pic de Tafraoui. Au sud-ouest les intrusions évaporitiques du Trias.

Cette chaîne se prolonge jusqu'à la Tafna vers le Sud-Est par les Seba Chioukh (Pouquet, 1952). Les deux localités étudiées à savoir la localité de Tessala et Arbal sont situées au pied de la chaîne vers le Nord-Est.

II.2) Localisation des affleurements

La commune de Tessala est située au pied du Djebel qui porte le même nom (fig. 2). Elle est limitée au Nord et Nord Est par La commune d'Oued Sabah (Wilaya d'Aïn Témouchent), au Nord-Ouest par Hassasna, Sidi Boumedienne (Wilaya d'Aïn Témouchent) à l'Ouest par la commune Sehala Thaoura au Sud-Ouest par Ain Kada au sud par Sidi Yakoub et Sidi Lahcene, et à l'est par Ain Trid.

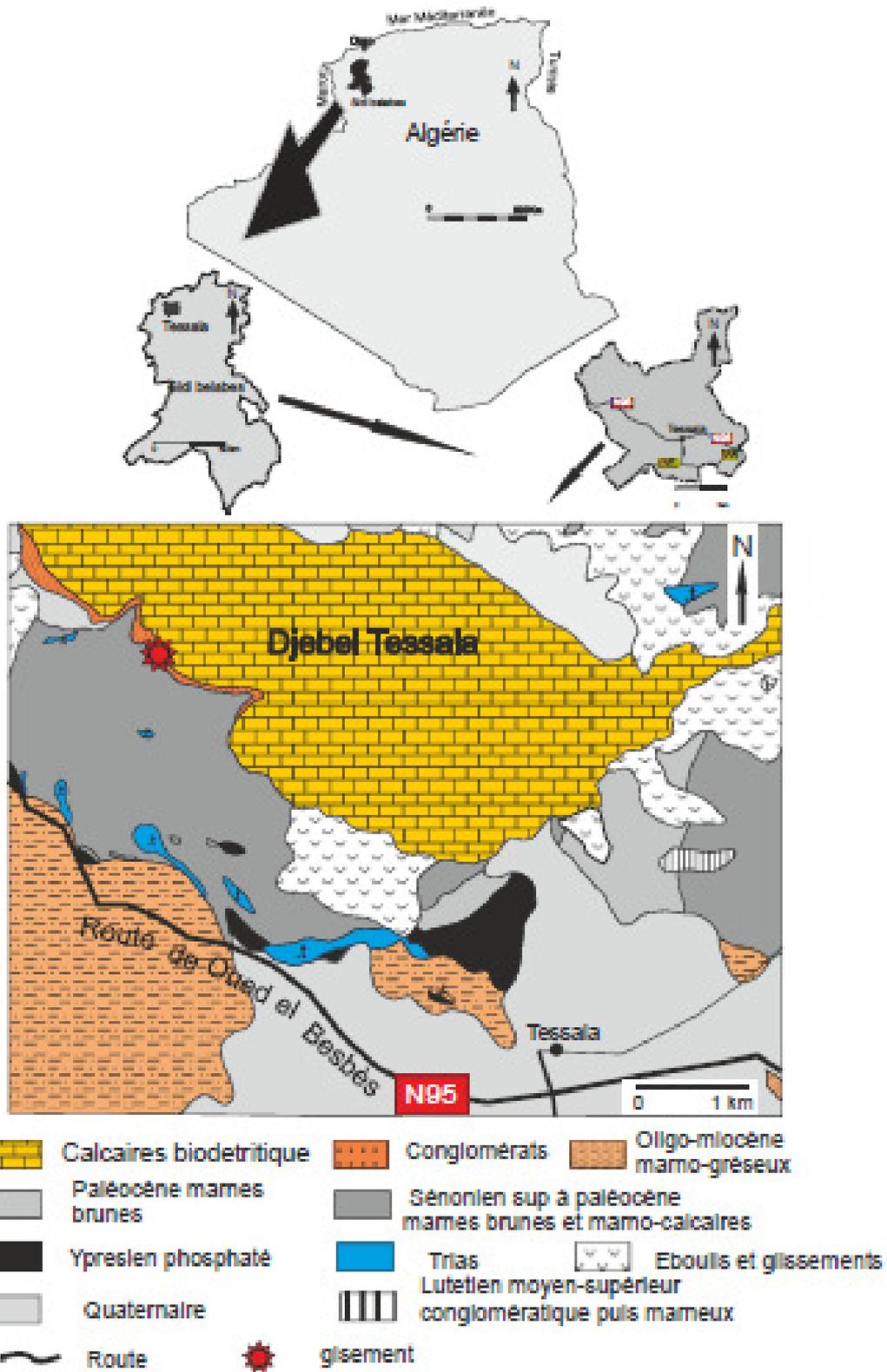


Figure 2 : Carte géologique et géographique de la région de Tessala. Extrait de la carte géologique de Ain el Berd 1/50.000 feuille, n° 210 (B11/C6).

II.3) Coupe de Tessala

La coupe a été levée sur le versant sud de djebel Tessala (fig. 2) plus précisément à l'Oued Kharouba (localité d'Ain Sofra) à environ 1.5 km au Nord-Ouest du village de Tessala dont les coordonnées de référence Transverse Universelle de Mercator (UTM) sont : 30 S

698830.69 m E.

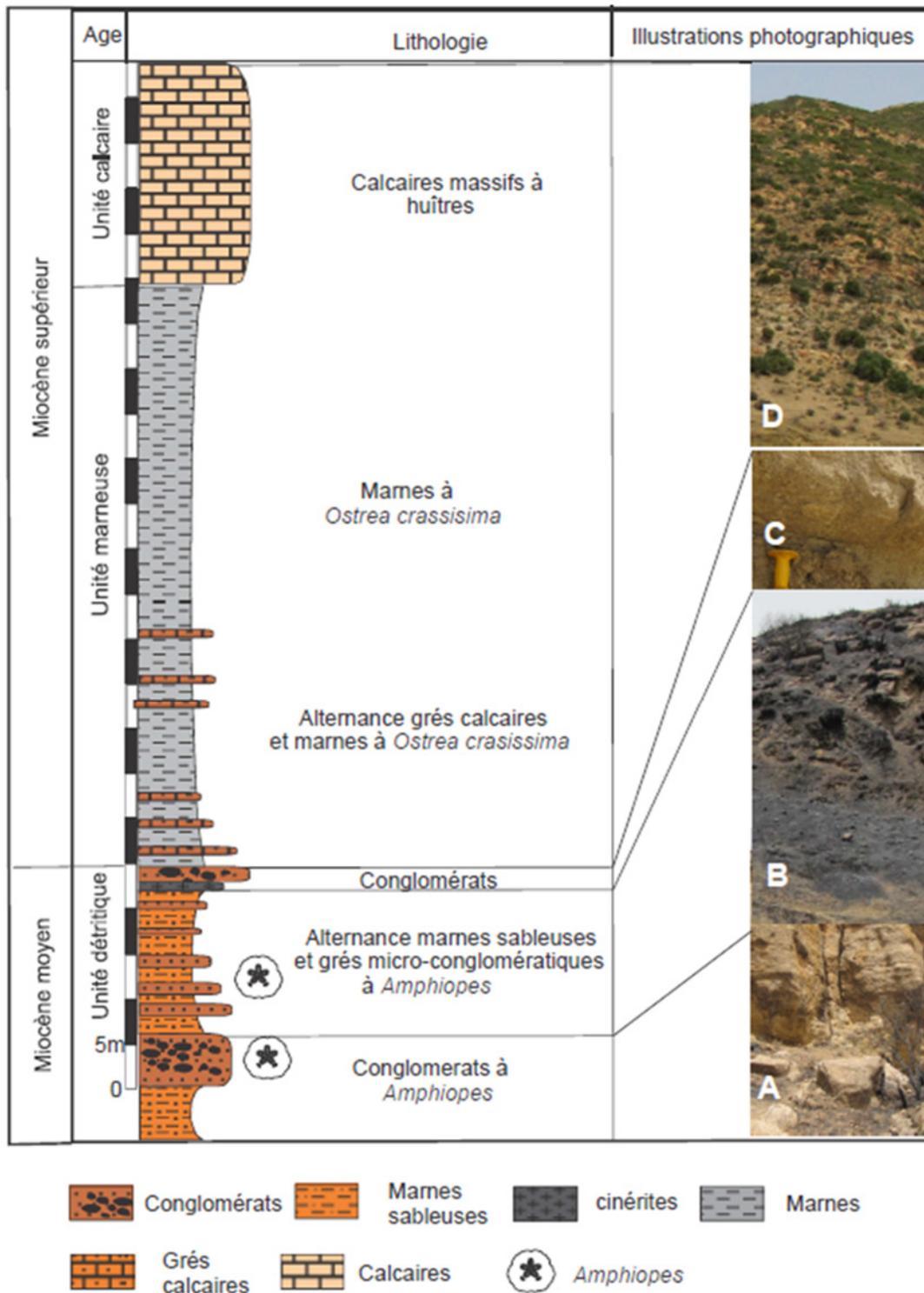
3905752.16 m N.

La coupe (fig.3) débute à l'affleurement par une unité détritique formée par des marnes sableuses jaunâtres, couronnées par une barre conglomératique de couleur ocre d'une puissance de 7m formant un versant abrupt au-dessous de la piste qui longe le flanc sud du Djebel Tessala. Ces conglomérats sont formés de galets polygéniques de tailles centimétriques emballés dans des grés argileux. La faune d'échinides qu'ils renferment est constituée d'*Amphiope* qui sont conservés en position de vie au niveau des interbanco et la surface supérieure des bancs.

Après une combe argilo-sableuse de 5m affleure un banc de 4m d'épaisseur de grés argileux micro-conglomératique à *Amphiope*, suivi par une seconde combe argilo-sableuse de 5m, le dernier banc de grés argileux à *Amphiope* d'une épaisseur de 1m. cette unité est attribuée au Miocène moyen ([Neurdin, 1992](#) ; [Belkebir et al., 1996](#)).

L'unité marneuse est constituée d'une alternance de grés calcaires et de marnes sableuses à *Ostrea crassissima* Lamarck, 1819 sur une épaisseur d'environ 52m.

L'unité calcaires est représentée par les calcaires gréseux à huîtres de Djebel Tessala sur une vingtaine de mètres. La faune d'invertébrés à l'exception des échinides est relativement rare, constituée par des bivalves et gastéropodes.



Photos: A, Barre conglomératique; B, Alternance marnosableuse; C, Conglométats; D, Calcaires à huîtres.

Figure 3: Colonne lithostratigraphique de la coupe de Tessala.

II.4) Assemblage faunique

La faune d'échinides renferme les espèces suivantes :

Amphiope depressa Pomel, 1887
Clypeaster subconicus Pomel, 188
Clypeaster altus (Leske, 1778)

La faune exclusivement formée par les *Amphiope*, dans des faciès sableux et sableux conglomératiques, (localité de Ain sofra).

III) Secteur d'Arbal

III.1) Coupe d'oued Tanegroutah (Arbal)

Arbal est située à 30 Km au sud de la ville d'Oran, (fig. 4) au pied du chaînon des petits Tessalas, et liée administrativement à la commune de Tamzoura. Oued Tanegroutah est situé à environ 1.5km au sud du village d'Arbal.

La coupe à été levé à l'Oued Tanegroutah à environ 2km au sud du village d'Arbal dont les coordonnées (UTM) sont : 30 S 716475.74 m E.

3924433.70 m N.

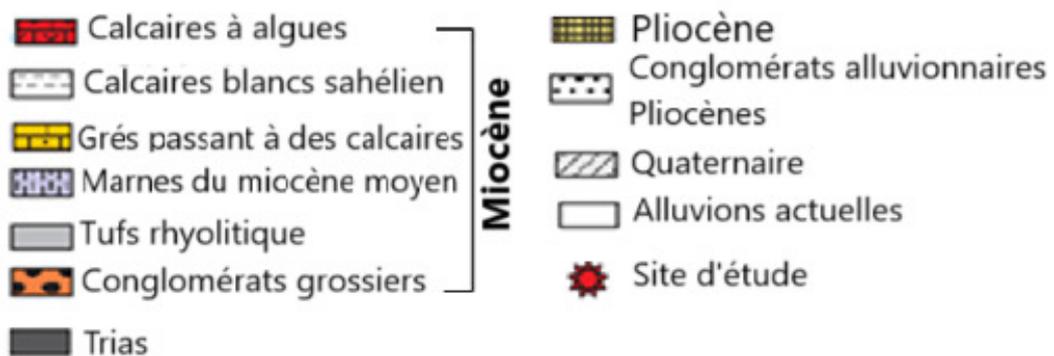
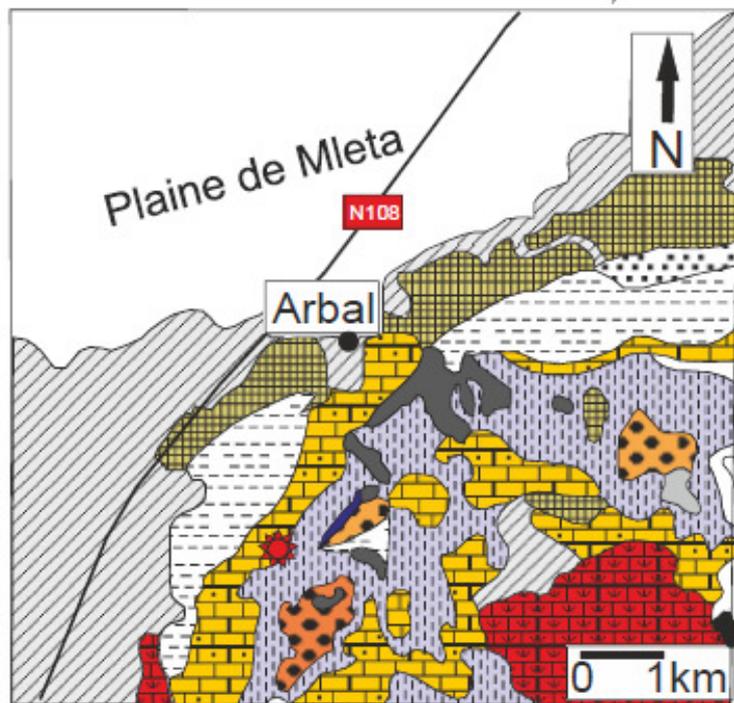
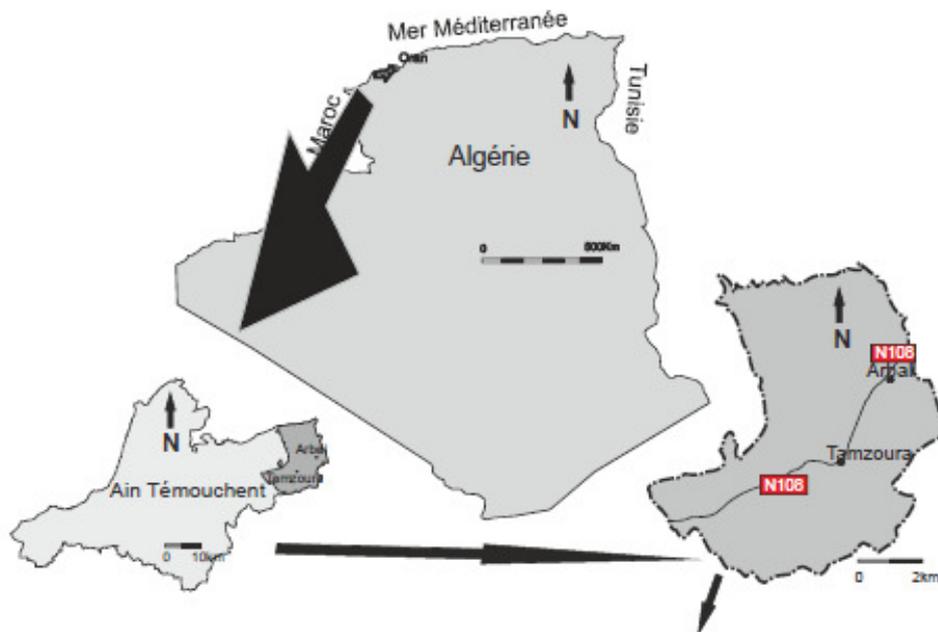


Figure 4 : Carte géologique et géographique de la région d'Arbal. Extrait de la carte topographique d'Arbal 1/50.000 feuille, n° 181 (B10/C6).

Elle montre d'une façon générale un caractère transgressif, et peut être divisé en trois unités (fig.5).

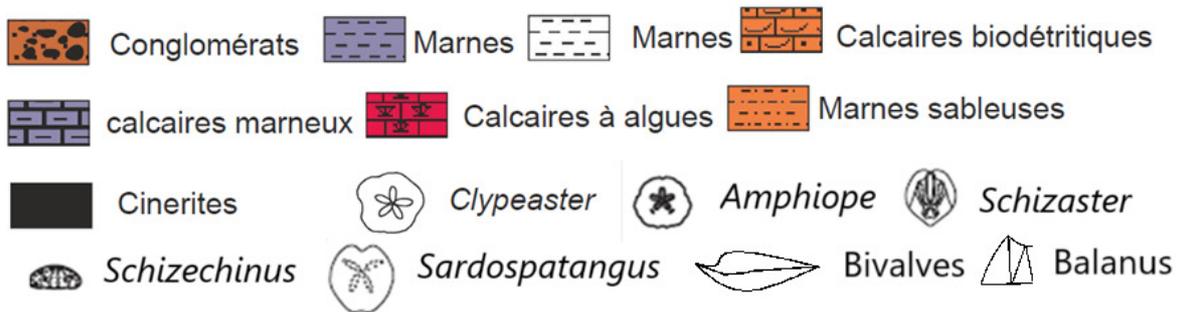
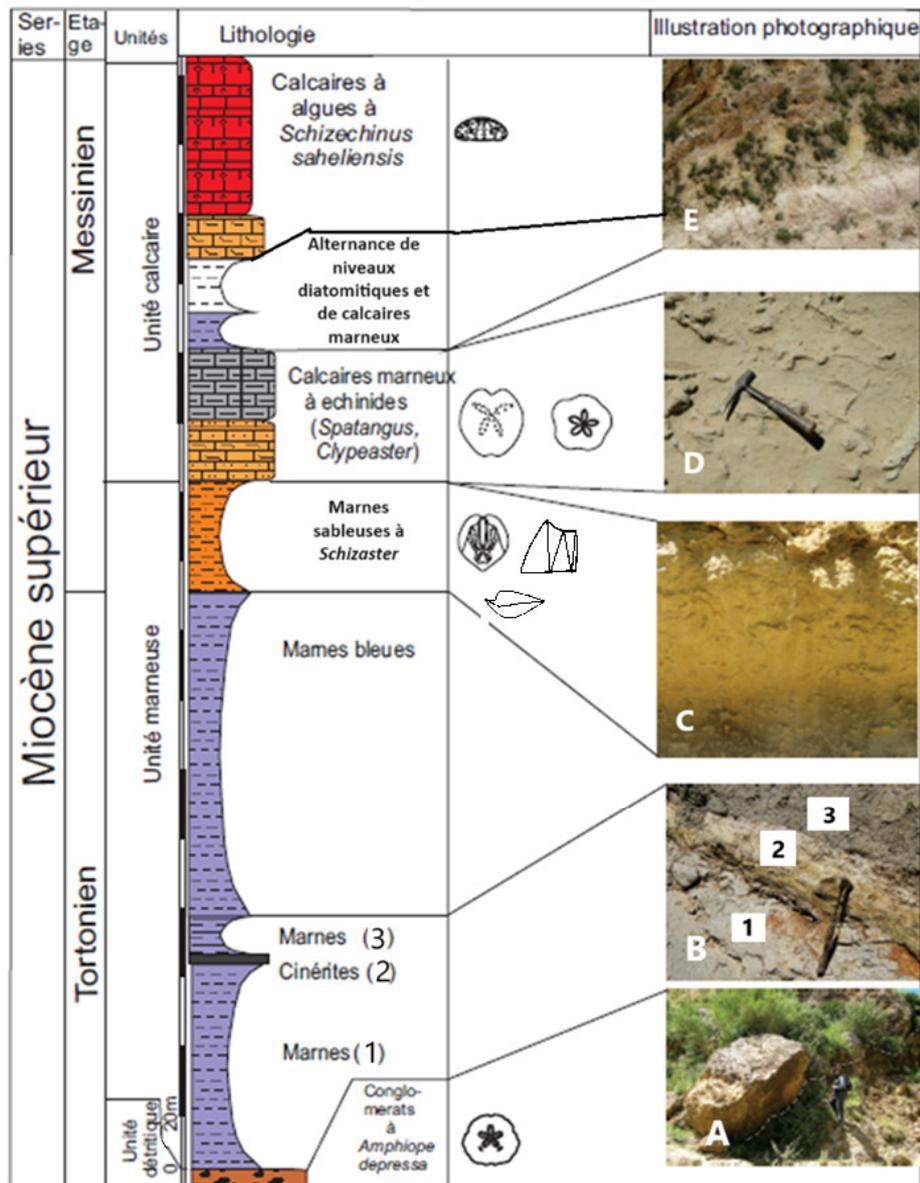
Une unité détritique à la base formée essentiellement par une barre conglomératique d'environ 7m d'épaisseur, formée de galets centimétriques, et de nature polygénique, sur une base de ravinement riche en *Amphiope*;

L'unité médiane marneuse débute par des marno-calcaires qui reposent directement sur le substratum ou sur les conglomérats continentaux, vers le Sud. Il s'agit alors d'un faciès très, détritique à éléments hétérogènes, riches en échinides (*Clypeaster*), bivalves (*Ostreidae*) et balanes.

Alternance de niveaux laminés diatomitiques où abondent les restes de poissons, de marnes à microfaune et spicules de spongiaires et de calcaires marneux blanchâtres à bryozoaires ([Moissette, 1984-1988](#)) et surtout des échinides de la famille des spatangidés.

Une unité calcaire supérieure composée de calcaires à Algues affleurant largement vers le Sud où ils constituent des bandes plus ou moins étendues. Des constructions coralliennes apparaissent sur la périphérie septentrionale, où elles ont une extension modérée. On peut les observer à proximité immédiate du domaine d'Arbal, dans le ravin du Chabet hadjra el Beida.

Des études de microfaune réalisées sur la coupe d'Arbal ([Rouchy et Cravatte in Saint Martin, 1990](#) ; [Saint-Martin et al., 1992](#) ; [Belkebir et al., 1996](#)) montrent que le passage au Messinien s'effectue au sommet des marnes bleues.



Photos: A, Conglomérats; B, 1,3-marnes, 2, Cinérites; C, Marnes sableuses; D, Calcaires marneux bioturbés; E, Alternance marno-diatomitique.

Figure 5 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Oued Tanegroutah (Arbal).

Les faciès évolueraient des grès, marno-calcaires et diatomites) des calcaires à Algues et Madréporaires).

III.2) Assemblage faunique

L'ensemble de la faune d'échinides de cette coupe est constitué par :

Schizechinus sahelensis Pomel, 1887

Schizaster sahelensis Pomel, 1885

Spatangus tessellatus, Pomel, 1885

Clypeaster ogleianus, Pomel, 1885

Amphiope depressa, Pomel, 1885

La base de la formation, indique un milieu franchement littoral de faible profondeur à haute énergie par la présence d'*Amphiope*, évoluant à un milieu profond avec des dépôts considérables de marnes, vers la partie supérieure de ces marnes on a un changement de faciès avec des dépôts de marnes sableuses, constituant le changement d'un régime transgressif à un régime régressif.

La faune est constituée par *Clypeaster ogleianus*, *Spatangus tessellatus*, et *Schizaster* dans un faciès de sédiments fins sableux ou vaseux. La partie supérieure est caractérisé par l'association *Schizechinus* et *Schizaster* dans un faciès de calcaires à mélobésiées.

IV) Vallée de l'Oued Sidi Mediouni

IV.1) Introduction

Entre El Amria, au bord de la Sebka, et le Djebel Tifarouine, au pied de djebel Maazouz l'Oued Sidi Medioni entaille des plateaux faiblement inclinés vers le Sud. Ces plateaux sont constitués d'une série messimienne à faciès apparemment assez uniforme de marnes blanches, crayeuses. [Pomel \(1889\)](#) assimile cette formation à un « ancien récif corallien » du Sahélien. Il décrit à la base des marnes blanches calcaires à riche faune d'échinides (*Brissopsis*, *Toxobrissus*, *Schizaster*). [Gentil \(1903\)](#) confirme ces observations. La carte géologique au 1/50 000 del Amria et Oued el Maleh ([Doumergue, 1922](#)) signale des calcaires blancs massifs du Sahélien supérieur qui affleurent dans la vallée de l'Oued Sidi Mediouni ([Saint Martin, 1990](#)).

IV.2) Cadre géologique et géographique

Situé entre Douar El Kouamlija et Douar Rouaiba à environs 6 Km d'El Amria et à environ 45 Km de la ville d'Oran (fig. 6), le site d'étude est une ancienne carrière d'exploitation de « tuf calcaire ».

Sur le plan géologique ces dépôts s'intègrent dans le cadre de la mise en place des plates-formes péri-récifales qui se sont développées sur des édifices peu inclinés ([Muller et al., 1994](#)) ou d'appointements volcaniques (volcan de Tifiraouine). Cet affleurement atteint une trentaine de mètres visibles de part et d'autre de la route départementale allant vers Douar Rouaiba. Les coordonnées (UTM) sont : 30 S 675522.15 m E.

3938340.74 m N.

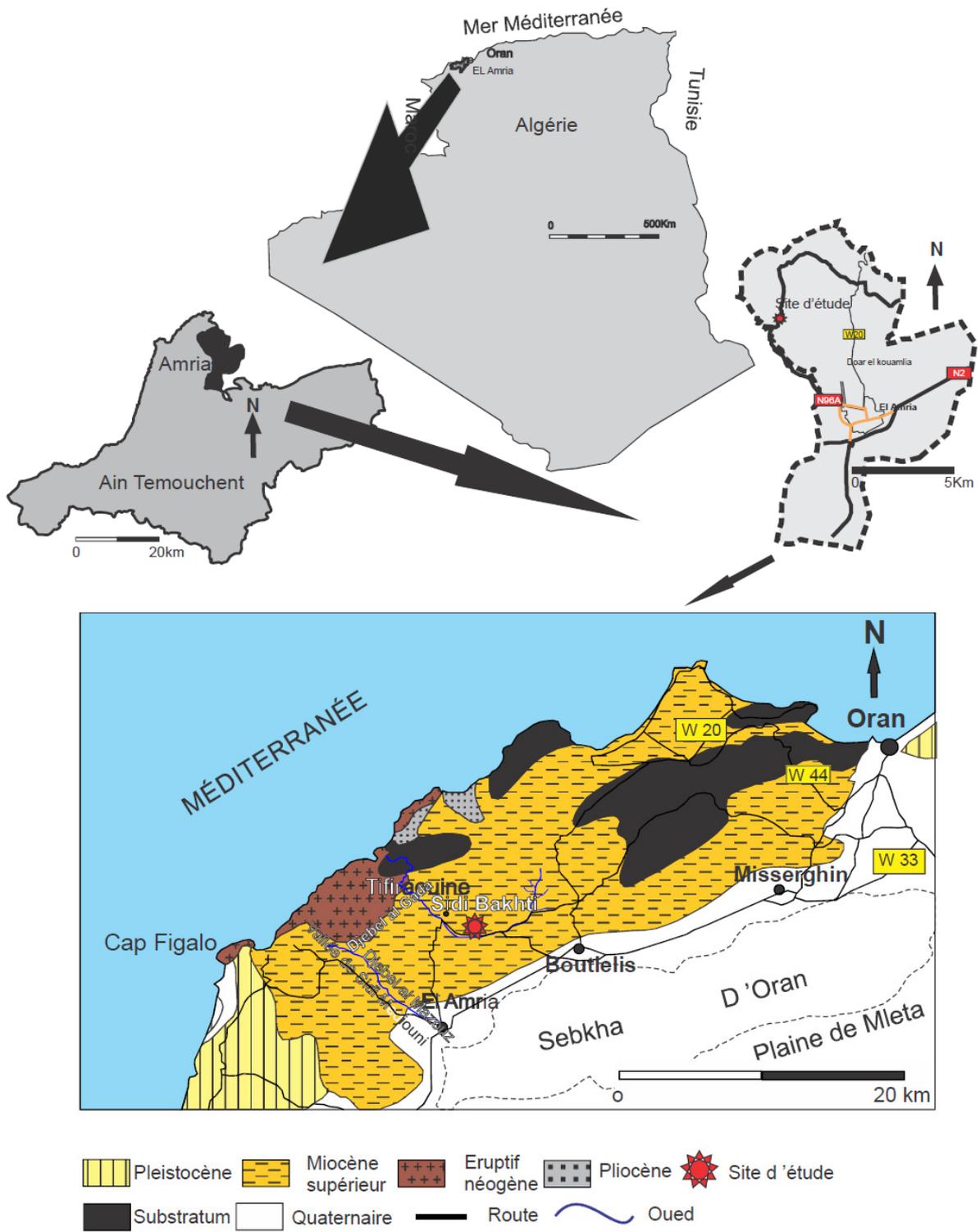


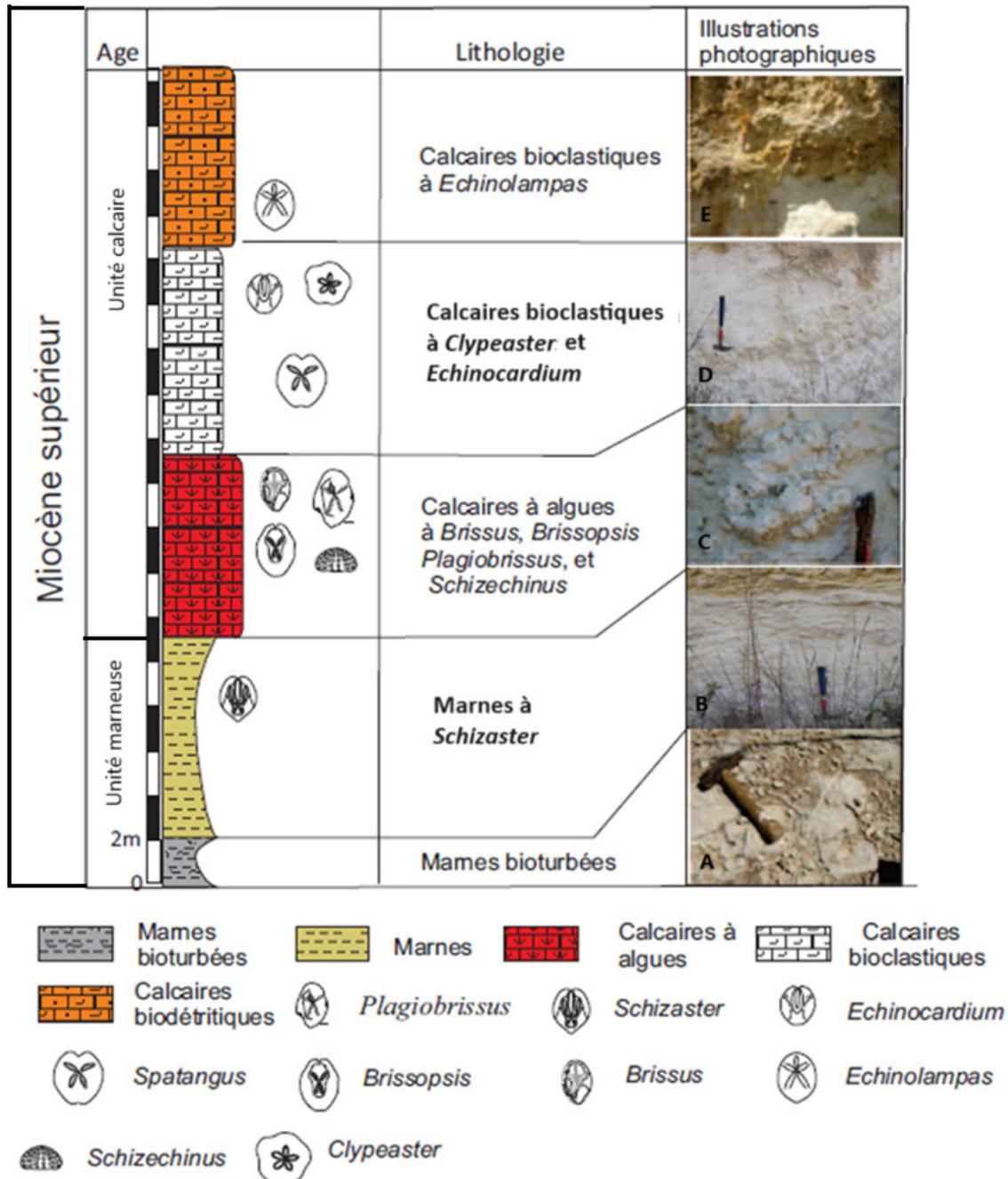
Figure 6 : Carte géologique et géographique de la région de Sidi Mediouni. (Extrait de la carte topographique d'El Maleh-El Amria 1/50.000 feuille, n° 179-180 (B10/C4 ; B10/C5).

IV.3) Coupe de Sidi Mediouni

Composée de deux unités

Unité marneuse (fig.7) débute par des marnes de couleur blanchâtre devenant plus calcaires vers le sommet. Les 2 mètres supérieurs sont riches en terriers. Suit d'un second ensemble de marnes très calcaires, noduleuses, qui se terminent après 3m par des litages horizontaux centimétriques. Les marnes sont surmontées par 6m de calcaires marneux bioclastiques à échinides (*Schizaster*).

Unité calcaire : calcaires à mélobésiées à échinides (*Schizechinus sahelensis*, *Brissus unicolor*) d'une épaisseur de 8m, puis des calcaires blancs bréchifiés bioclastiques à échinides (*Plagiobrissus costae*, *Brissosis crescenticus*, et *Echinocardium*), ainsi que des fragments de bivalves et radioles d'oursins. Ces dépôts sont couronnés par 8m de calcaires biodétritiques à *Echinolampas hemispherica*.



Photos : A Marnes à terriers; B: Marnes blanchâtres à *Schizaster*

C : Calcaires à algues D : Calcaires bioclastiques E : Calcaires biodétritiques

Figure. 7 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Sidi Mediouni.

IV.4) Assemblage faunique

La faune d'échinides récoltée au niveau de cet affleurement est constituée par :

Schizechinus sahelensis Pomel, 1885

Echinolampas hemispherica (Lamarck, 1816)

Echinocardium depressum (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847)

Brissus unicolor (Leske, 1778)

Brissopsis crescenticus Wright, 1855

Plagiobrissus (Rabdoberissus) costae Gasco, 1876

Schizaster sahelensis Pomel, 1885

Clypeaster marginatus Lamarck, 1816

La localité de Amria (dans la vallée de sidi Mediouni), montre une association d'échinides formée essentiellement par l'association *Schizaster*, *Brissus*, *Brissopsis*, et l'échinides réguliers *Schizechinus*, dans un faciès de calcarénites riches en mélobésiées,

Les caractères taphonomiques de cette faune échinides varient entre des spécimens déformés et complets ou partiellement conservés, cette variation est en relation avec les conditions de conservation. Les tests sont conservés sans leurs radioles mais ces derniers revanche sont très abondant dans les calcaires blancs bioclastiques. Dans les calcaires marneux les *Schizaster* sont parfaitement conservés.

Les calcaires à algues (mélobésiées) se développent à une profondeur de 80 mètres lorsqu'ils sont massivement regroupés (le Moine, 1939). Avec une faune de *Schizechinus* et *Brissus*.

Non loin du site précédent, au niveau de la région du cap Figalo, la variation des faciès suggèrent un changement d'environnement lié à la proximité du volcan Miocène du Djebel Tifiraouine. Dans ce secteur, le fort apport détritique a entravé l'installation récifale, conduisant seulement à la prolifération de colonies éparses. Elles sont souvent remaniées et resédimentées (Saint Martin, 1990).

D'après les travaux de Gentil (1903) et Saint Martin (1990) la sédimentation Miocène supérieur au Cap Figalo montre une succession qui :

- débute par des tufs volcaniques andésitiques d'une vingtaine de mètres d'épaisseur ;
- surmontés par des argiles à gypse atteignant plus d'une centaine de mètres ;
- des grès cinéritique à microfaune benthique rare et encroûtée (*Elphidium*) ;
- des calcaires gréseux à algues et bryozoaires (Moissette, 1984, 1988) et des niveaux bioconstruits à polypiers (*Tarbelastrea*) englobant des mélobésiées, de gros *Gigantopecten latisimus* (Brocchi, 1814) et une riche faune d'échinides (*Clypeaster altus* (Leske, 1778), *Clypeaster pyramidalis* Michelin 1861, *Clypeaster subacutus* Pomel, 1887, *Echinolampas hemisphaerica* (Lamarck, 1816), le tout est couronné par une assise de calcaires blanc formés par des masses coralliennes surtout des colonies lamellaires de *Tarbellastraea* et de *Porites*.

V) Secteur de Sidi Bakhti

Située à environ 10km du village de Boutlelis à l'Ouest de la ville d'Oran (Fig. 8), un affleurement constitue un escarpement d'une cinquantaine de mètres qui montre une succession lithologique à caractère généralement régressif, englobant des niveaux marneux et marno-sableux se terminant par des niveaux lumachelliques. Coordonnées (UTM) sont : 30 S 680710.35 m E.

3940092.28 m N.

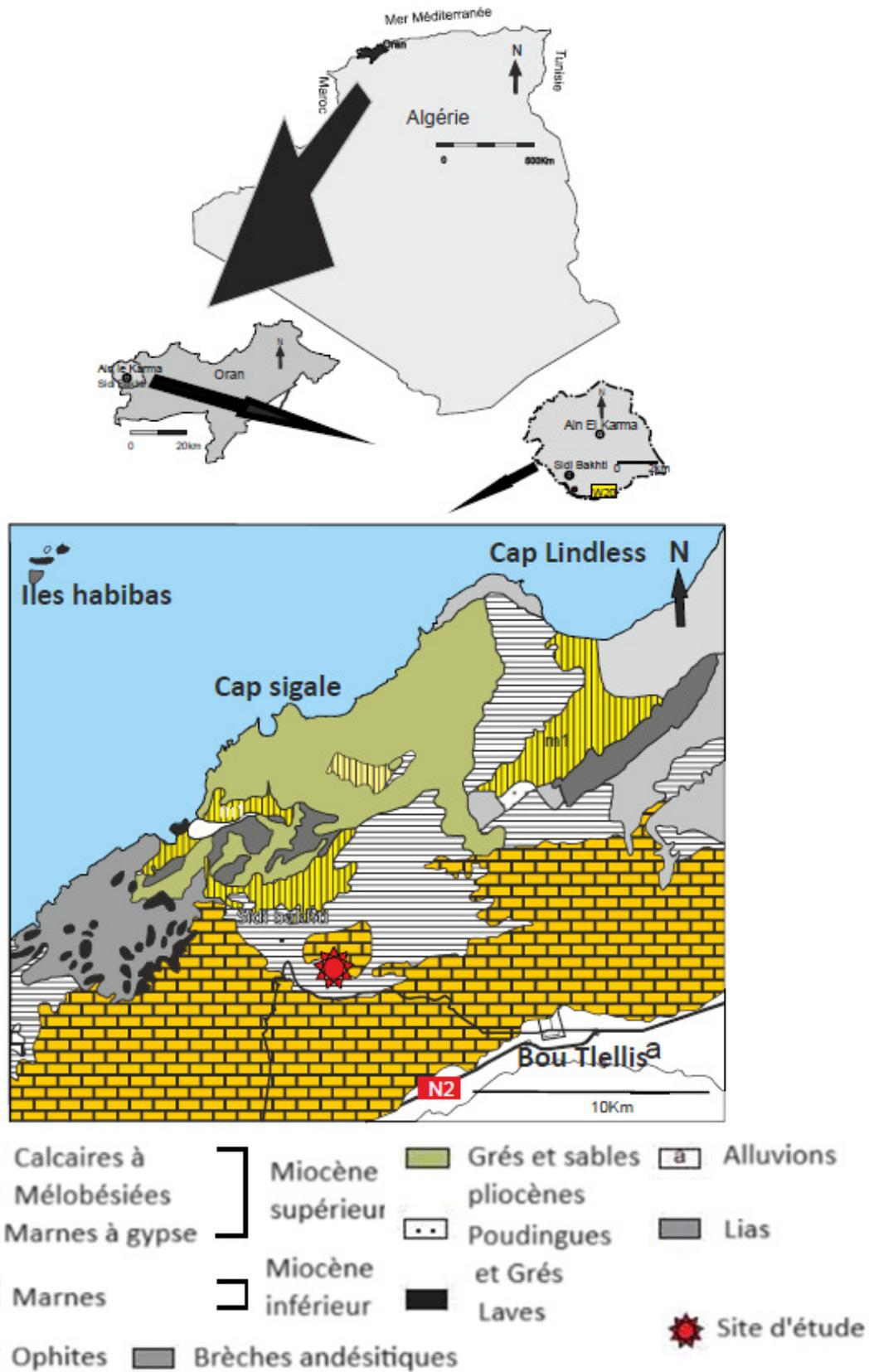
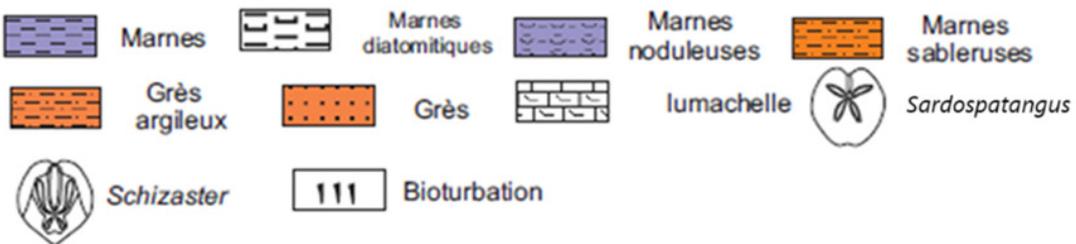
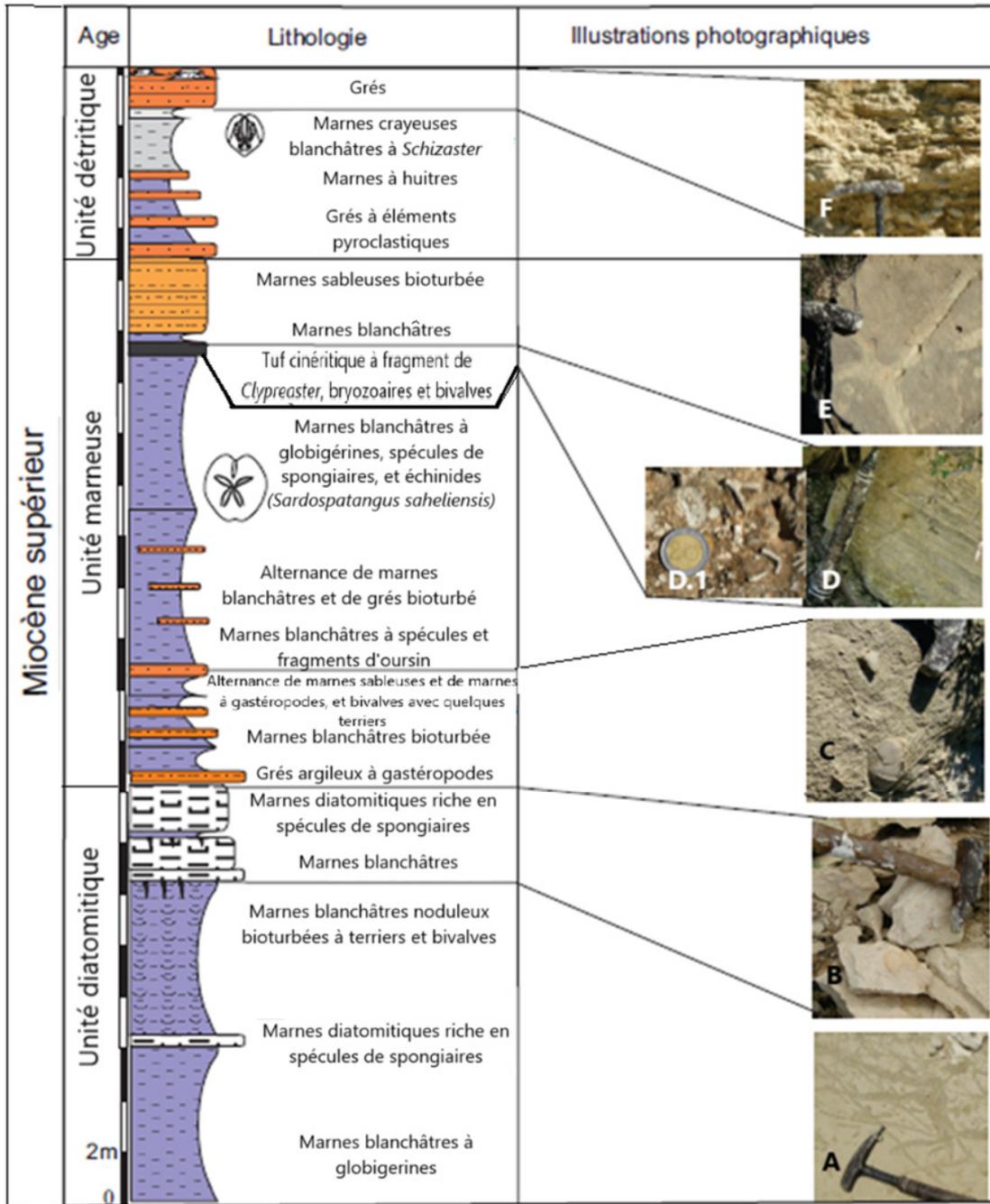


Figure 8 : Carte géologique et géographique de la région de Sidi Bakhti. Extrait de la carte géologique du Bassin de la Tafna 1/20.000, D'après Louis Gentil,1903).

V.1) Coupe de Sidi Bakhti

La série débute à l'affleurement (fig. 9) par une unité diatomitique formée par une alternance de marnes jaunâtres et de bancs de marnes diatomitiques et de calcaires marneux. L'unité marneuse débute par des marnes blanchâtres de 6m d'épaisseur, ces marnes sont riches en globigérines suivies par un banc de calcaire marneux de 0,4m qui renferment une faune de bivalves (*Pecten*). Cette série continue avec des marnes blanchâtres à aspect noduleux, riches en bivalves et bioturbées par de nombreux terriers, avec la présence de petits nodules ferrugineux.



Photos : A, Marnes bioturbées ; B, Marnes blanchâtres ; C, Marnes à spécules de spongiaires, D, Tuf cinéritiques, D.1 Bryozoaires et bivalves, E: Marnes sableuses bioturbées; F: Grès stratifiés

Figure. 9 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Sidi Bakhti.

Marnes blanchâtres bioturbées d'une épaisseur de 2m surmontée par un banc de calcaire marneux de 2m massif à sa base bien stratifié sur sa partie supérieure.

La série marno-sableuse débute par un banc 0.4m de grès argileux de couleur jaunâtre renfermant quelques passées sableuses de couleur ocre abritant une faune de gastéropodes, après un banc de marnes blanchâtres bioturbées 1m.

Alternance de marnes sableuses et de marnes sur une épaisseur de 2m riches en gastéropodes et bivalves, avec quelques terriers.

Marnes blanchâtres, sur 0.8m, à spicules de spongiaires et globigérines, contenant une multitude de fragments d'oursins (plaques aux individus quasi complets, après un banc de grès de 0.4m des marnes blanchâtres à passées de grès bioturbées d'une puissance de 6m.

Marnes blanchâtres à spicules de spongiaires, faune d'oursins (*Sardospatangus*) et bivalves avec quelques gastéropodes. Ces marnes sont bioturbées par de nombreux terriers. La série se poursuit par un banc de tuf cinéritique marin à stratifications entrecroisées à la base horizontale avec de fragment d'oursins (*Clypeaster*) vers le sommet. La surface des oursins est encrustée de bivalves et de bryozoaires, après des marnes blanchâtres similaires au précédents 0.5 m un banc de marnes sableuses bioturbées de 3m.

L'unité détritique est formée par une alternance de grès à éléments pyroclastiques et de marnes sur une épaisseur de 3.5m avec présence de lamelles de gypse à la base des bancs. Les marnes ont une forte teneur en sel. La faune est constituée par des huitres.

Marnes (2m) avec une faune de bivalves (ostréidés) et oursins (*Schizaster*) suivies de 0.5m de marnes blanchâtres, crayeuses. Cette formation se termine par des grès en plaquettes à stratification entrecroisée, 1m, surmontés par des lumachelles en lentilles constituées par des petites bivalves très entassés.

En somme la faune d'échinides de cette localité est représentée par :

Schizaster sahelensis Pomel, 1887

Sardospatangus sahelensis Pomel, 1887

Clypeaster sp.

V.2) Conclusion

La localité d'El Amria et Sidi Bakhti montrent une sédimentation influencée du point de vue lithologique, faunique et stratigraphique par le volcan de Tifiraouine.

Dans les sédiments de ces localités, à côté de la faune échinologique on a une faune malacologique représenté par : *Neopycnodonte cochelear* Brocchi, 1814, *Ostrea lamellosa* Brocchi, 1814, *Amusium cristatum* Bronn, 1827, *Aequipecten opercularis* Linnée 1758.

L'installation de la faune, et de la flore constructrice, ainsi la disposition en lentilles (patches et banquettes coralliennes, Saint Martin, 1990) va conditionner la répartition de la faune d'échinides.

VI) Région de Sig

La région de Sig, (fig. 10) est située dans la partie nord-occidentale des Beni Chougrane et comme entité géologique faisant suite aux reliefs septentrionaux des Ouled Ali, a bénéficié de nombreuses études portant tant sur les terrains miocènes que sur les structures tectoniques. En particulier la coupe du Djebel Touaka (Fig.10, E1) a été décrite par plusieurs auteurs (Arambourg, 1927 ; Perrodon, 1955 ; Perrodon, 1957 ; Baudrimont & Degiovanni, 1974a, b ; Rouchy, 1979 ; Rouchy, 1982a ; Rouchy & Fréneix, 1979; Thomas, 1985).

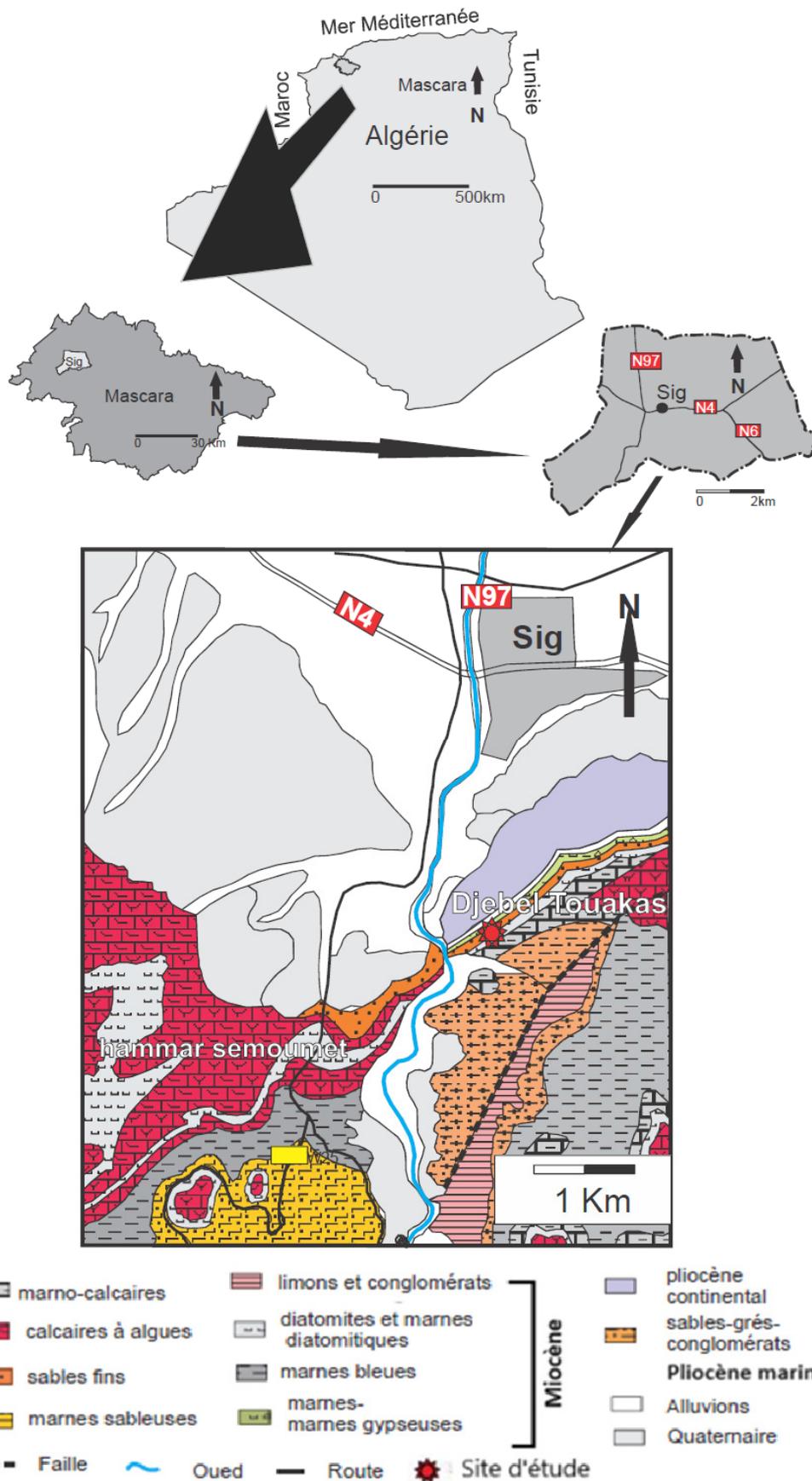


Figure 10 : Cadre géologique et géographique de la région de Sig. Extrait de la carte géologique de Sig 1/50.000 feuille, n° 182 (B10/C7)

La feuille de Sig (ex Saint Denis de Sig) présente trois régions assez différentes (Perrodon,1957) :

1- Une région montagneuse, correspondant à des dépôts plissés du Miocène. Elle est limitée au Nord par les chainons de Djebel Touakas (429 m), Djebel Aoud Sma (541 m), El Gaada (626 m). Vers le Sud-Est un relief calcaire s'élevant régulièrement vers le Sud, constitué par Hammar Haouadh el Klekr et Hammar Ouled Gadda. La moitié Sud-Ouest, formée de terrains marneux est très érodée.

2- Une zone de plateaux avec le point culminant à 352m au Djebel Djira.

3- Les parties Nord-Ouest et Nord-Est sont formées par les plaines de la Mleta et de l'Habra.

Au niveau de cette région le Pliocène se divise en Pliocène continentale avec une alternance hétérogène de marnes de linons, de sables et des conglomérats, avec une puissance de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur sur le flanc nord du Djebel Touakas, où elle passe latéralement vers l'Est au sables du Pliocène marin dans la région nord où il est recouvert par des grès et des sables blancs à hélicidés et par des limons verdâtres et brunâtres.

Sur le flanc nord du Djebel Touakas se développe un niveau de sables fins et de calcaires silteux présentant quelques niveaux conglomératiques à la base.

VI.1) Coupe du barrage de Sig

La coupe du barrage de Sig, (fig. 11) a été levée le long de Chaabat Naga à quelques Kilomètres au sud du Sig, dont les coordonnées (UTM) sont : 30 S 754082.93 m E.
3932482.35 m N.

Cette entité lithologique (fig. 11) est constituée de bas en haut, par une unité argileuse représentée par une combe argilo-marneuse et de grés grossiers à nombreux terriers de (12 m) suivit d'une alternance d'argiles et de grés argileux (20 m), qui est surmontée par une alternance de diatomites silicifiées et de marnes d'une épaisseur de 6m.

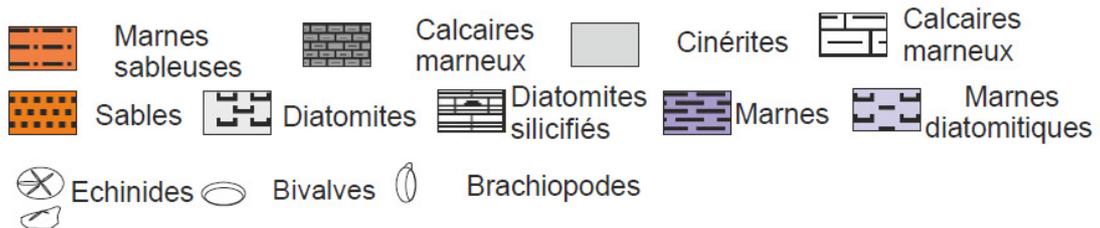
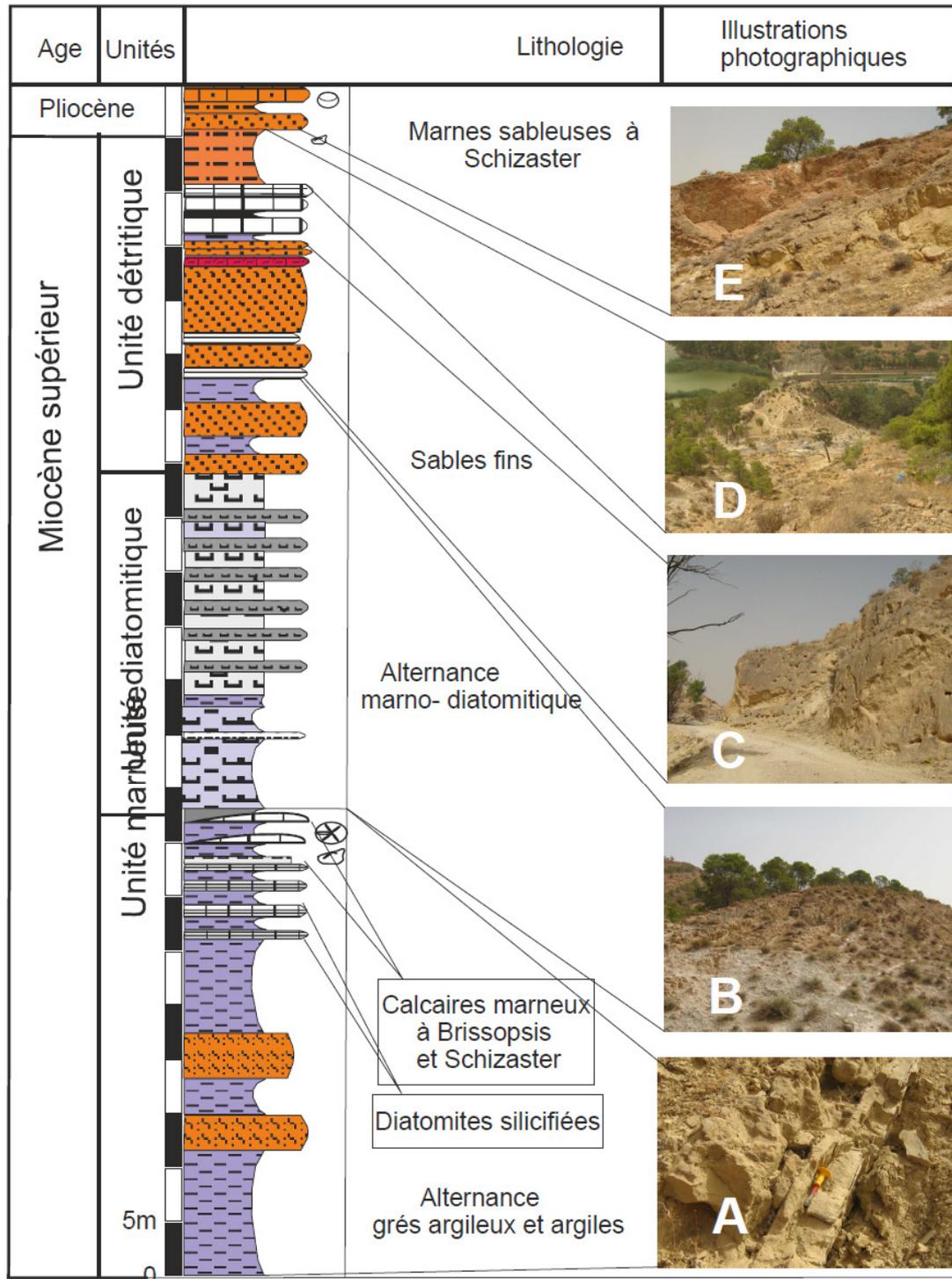
Ensuite des marnes (4 m) suivies de deux lentilles de calcaires marneux à *Schizaster et Brissopsis*, bivalves et brachiopodes surmontées d'un banc de calcaires argileux de 0,6 m d'épaisseur abritant une faune de bivalves, de brachiopodes (Terebratulidae), et d'échinides (*Schizaster et Brissopsis*).

L'Unité diatomitique apparait après un niveau cinéritiques de quelques centimètres, constituée d'une alternance de marnes diatomitiques et de diatomites (10 m) succédée par une alternance de calcaires marneux et de diatomites (14 m), ces grés contiennent une faune de gastéropodes et de bivalves.

-

L'unité détritique commence par une alternance de bancs gréseux friables de couleur jaunâtre et des niveaux argilo-sableux sur une épaisseur de 20m couronnée par des calcaires à algues de 1m d'épaisseur suivit de deux bancs de grés (1m) et enfin une alternance de marnes et de calcaires d'une puissance de 10m.

Les dépôts Pliocènes sont représentés par des grés argileux et des marnes sableuses à *Schizaster* d'une dizaines de mètres.



Photos : A, Banc de grés argileux; B, Alternance gréseux diatomitique; C, Sables fins; D, Marnes à gypse; E, Marnes sableuses à *Schizaster*.

Figure. 11 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Sig.

Discordants sur l'ensemble précédent repose une assise conglomératique de 2 m d'épaisseur suivit d'un banc de grés argileux de 1.5m de couleur jaunâtre riche en *Schizaster*, avec un réseau de terriers à sa base surmonté par un banc de calcaire gréseux à algues épais de 1m riche en bivalves (Pectinidae), gastéropodes, serpules et bryozoaires. Ce dépôt est attribué au Pliocène ([Saint Martin, 1992](#)).

VI.2) Coupe de Cheurfas

Au sud de Sig les calcaires messimiens sont très développés dans la région des Cheurfas notamment sur la rive droite de Oued Mebtouh, où les marnes gréseuses passent à des marnes à Mélobésiées puis à des calcaires à algues et des amas de polypiers ([Carrière, 1889](#)).

Sur la rive droite de l'Oued Mebtouh, au niveau du barrage, une coupe montre la succession des termes suivants (de bas en haut) :

- Marnes à Huîtres ;
- Marnes sableuses ;
- Couches à Mélobésiées ; à la base les algues sont empâtées par un sédiment marno-sableux à *Clypeaster*, plus calcaire vers le sommet, la faune associée est constituée de grands Pectinidae, Huîtres et Échinides ;
- Masse construite à Madréporaires à extension limitée.

La faune d'échinides récolté près du barrage de Sig et des Cheurfa, est constituée par les espèces suivantes :

Schizaster maurus Pomel, 1887

Schizaster speciosus Pomel, 1887

Brissopsis latepetalus Pomel, 1887

Clypeaster altus Pomel, 1887

Clypeaster pachypleurus Pomel, 1887

VI.3) Conclusion

L'abondance des diatomites et des marnes diatomitiques et une faune de spatangidés dominée par les *Brissopsis* et *Schizaster* à côté d'une riche faune d'invertébrés ([Moissette, 1988](#) ; [Poignant et Moissette 1992](#)). Vers les Cheurfa, la sédimentation est caractérisée par des dépôts de calcaires à algues empâtés par un sédiment argileux sableux et une faune de *Clypeaster*.

Le Pliocène est caractérisé par l'installation d'une faune monospécifique de *Schizaster* dans un faciès de sable marneux.

VII) Région de Ben Abdelmalek Ramdane (ex-Ouillis)

La région d'étude fait partie de l'extrémité ouest de la chaîne de Dahra et le plateau de Mostaganem, à la limite nord du Bassin du Bas Chélif (fig. 12).

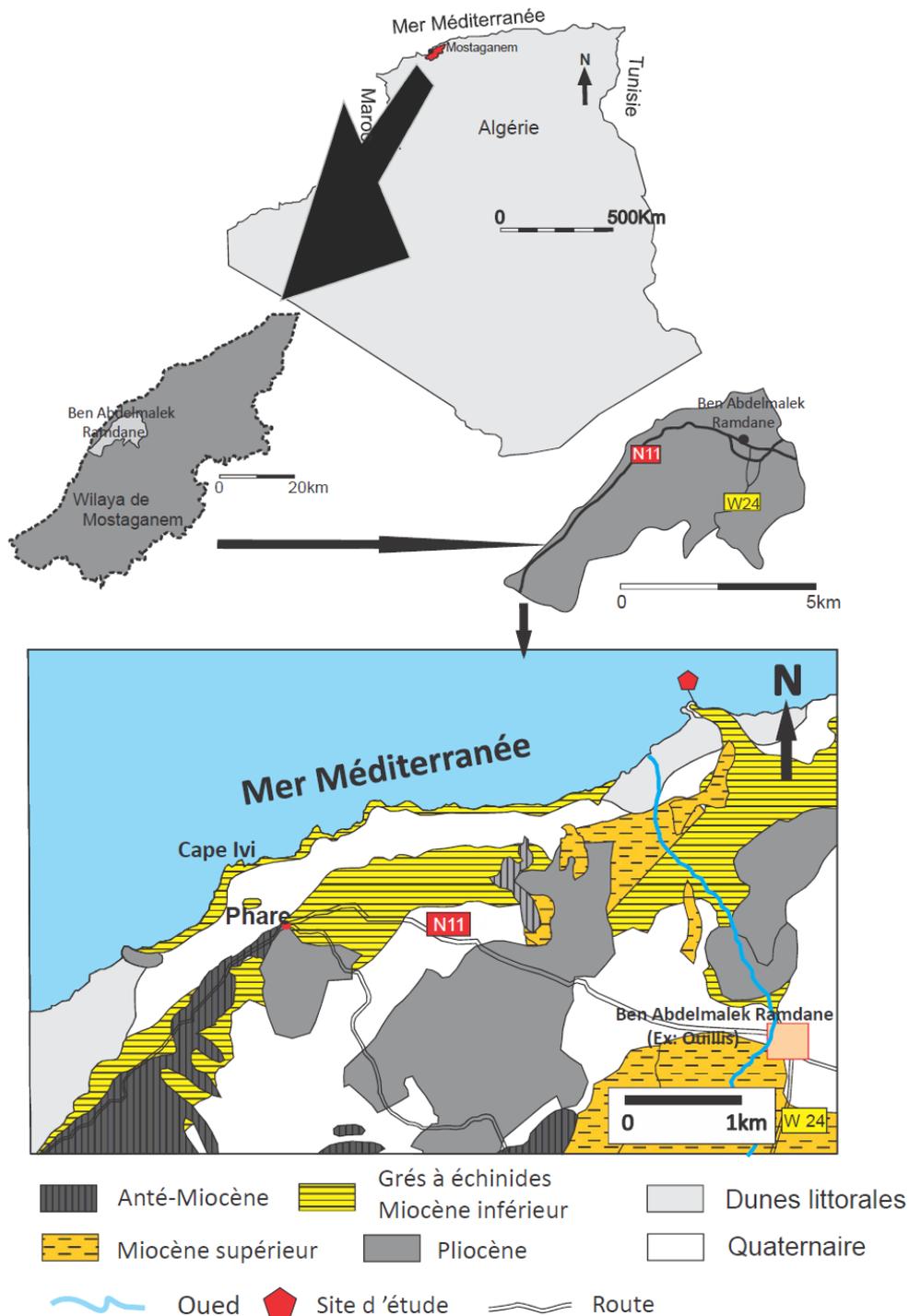


Figure 12 : Carte géologique et géographique de la région de Ben Abdelmalek Ramdane. Extrait de la carte topographique de Hadjaj (ex : Bosquet) 1/50.000 feuille, n° 103 (B7/C9).

Ben Abdelmalek Ramdane (ex-Ouillis) (fig. 12) est une commune côtière située à environ 46 km à l'ouest de Mostaganem et à environ 107 km de la ville d'Oran. Les coordonnées (UTM) sont : 31 S 254336.82 m E.

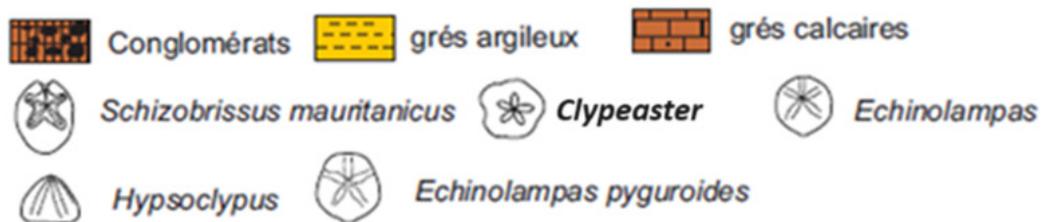
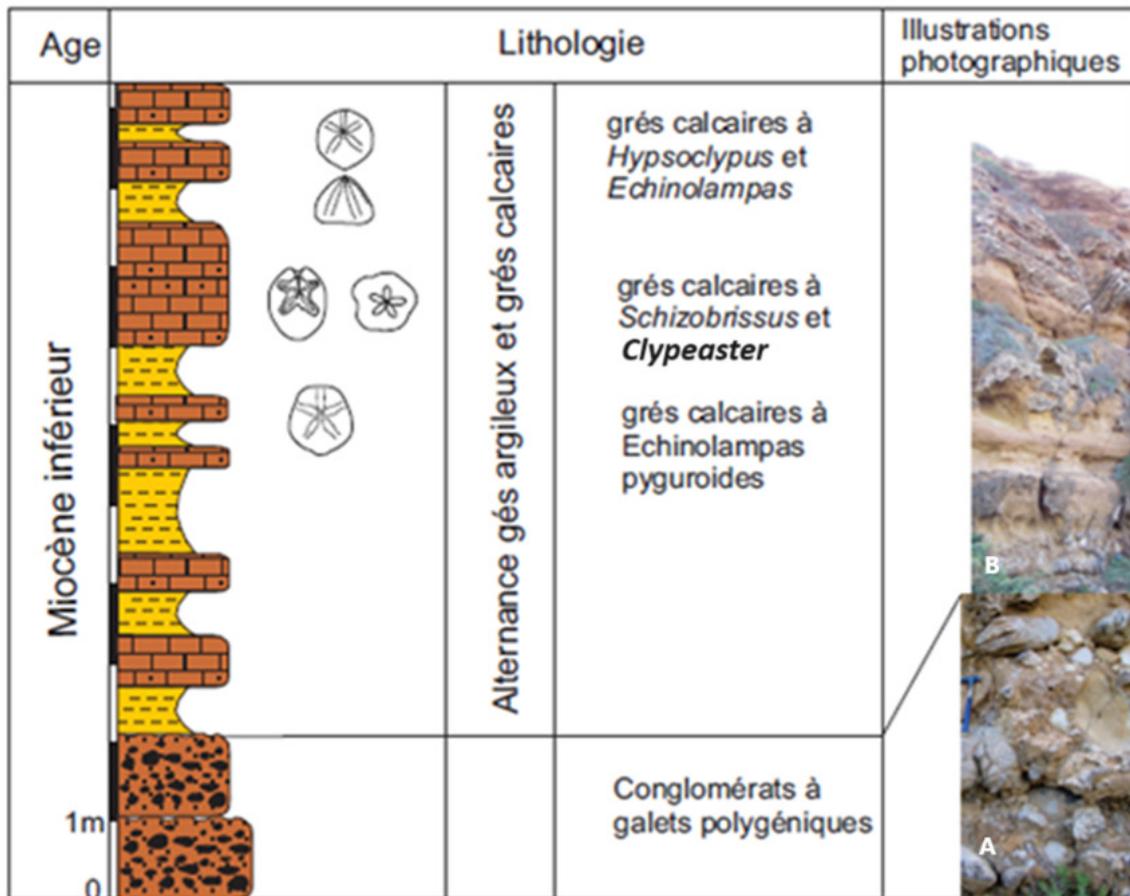
4001905.21 m N.

Le Miocène inférieur constitue une étroite bande grossièrement parallèle à la cote constituée essentiellement par des dépôts détritiques à caractère transgressif.

Du point de vue macropaléontologique, ces dépôts (Miocène inférieur) renferment une faune littorale assez diversifiée, caractérisée par l'abondance d'échinides irréguliers. Les principaux gisements fossilifères se localisent dans les niveaux supérieurs de la formation gréseuse.

VII.1) Coupe de Ben Abdelmalek Ramdane

La coupe (fig. 13) débute par un conglomérat en banc horizontal (2m) constitué de galets polygéniques, d'une taille centimétrique à décimétrique, qui ont pour origine les formations précédentes. Ces galets qui représentent un certain classement sont consolidés par un ciment calcaire.



Photos: A, Conglomérats; B, Alternance grès argileux et grès calcaires.

Figure. 13 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Benabdelmalek Ramdane.

Les bancs conglomératiques sont surmontés par des grès marneux jaunâtres (0.6 m) à éléments relativement fins, suivies d'un banc de grès calcaire (0.5m), de couleur ocre, à éléments plus grossiers. La coupe se poursuit sur une épaisseur de (6 m) par la même alternance avec quasi-absence de faune, et diminution de l'épaisseur des bancs de grès calcaire ;

Cette alternance se poursuit par des grès calcaires à faune d'échinides (*Schizobrissus*, *Echinolampas*, *Clypeaster*) (fig.13) sur (1.8m) ;

Grès marneux à *Hypsoclypus* et *Echinolampas*. La coupe s'achève par un banc de grès calcaire de 0.40m d'épaisseur. Il est à noter que les bancs sont séparés par des joints de gypse de quelques centimètres d'épaisseur dont l'érosion des bancs sous-jacents a provoqué leur basculement sur les niveaux inférieurs en leur donnant un aspect encroûtant.

La faune de ce site est caractérisée par les espèces suivant :

Schizobrissus mauritanicus Pomel, 1887

Echinolampas curta Pomel, 1887

Echinolampas clauda Pomel, 1887

Echinolampas pyguroides Pomel, 1887

Hysoclypus doma Pomel, 1887

Clypeaster sp.

VII.2 Conclusion

L'association des échinides est composée par les genres *Echinolampas*, *Schizobrissus*, *Hysoclypus*, et *Clypeaster* de forme déprimée, dans des dépôts essentiellement détritiques.

VIII) Région de Jdiouia

Au Sud du village de Jdiouia (fig.14), le Miocène est représenté par des collines entaillées par l'Oued du même nom. La série est représentée selon les travaux de ([Pérrodon, 1957](#)) par :

A la base par une série détritique d'environ 300m représentée par des grès calcaires et d'intercalations de marnes et de calcaires gréseux, surmontés par des marnes bleues de même épaisseur avec des niveaux cinéritiques dans les parties inférieures. Le tout est couronné par des grès calcaires très fossilifères.

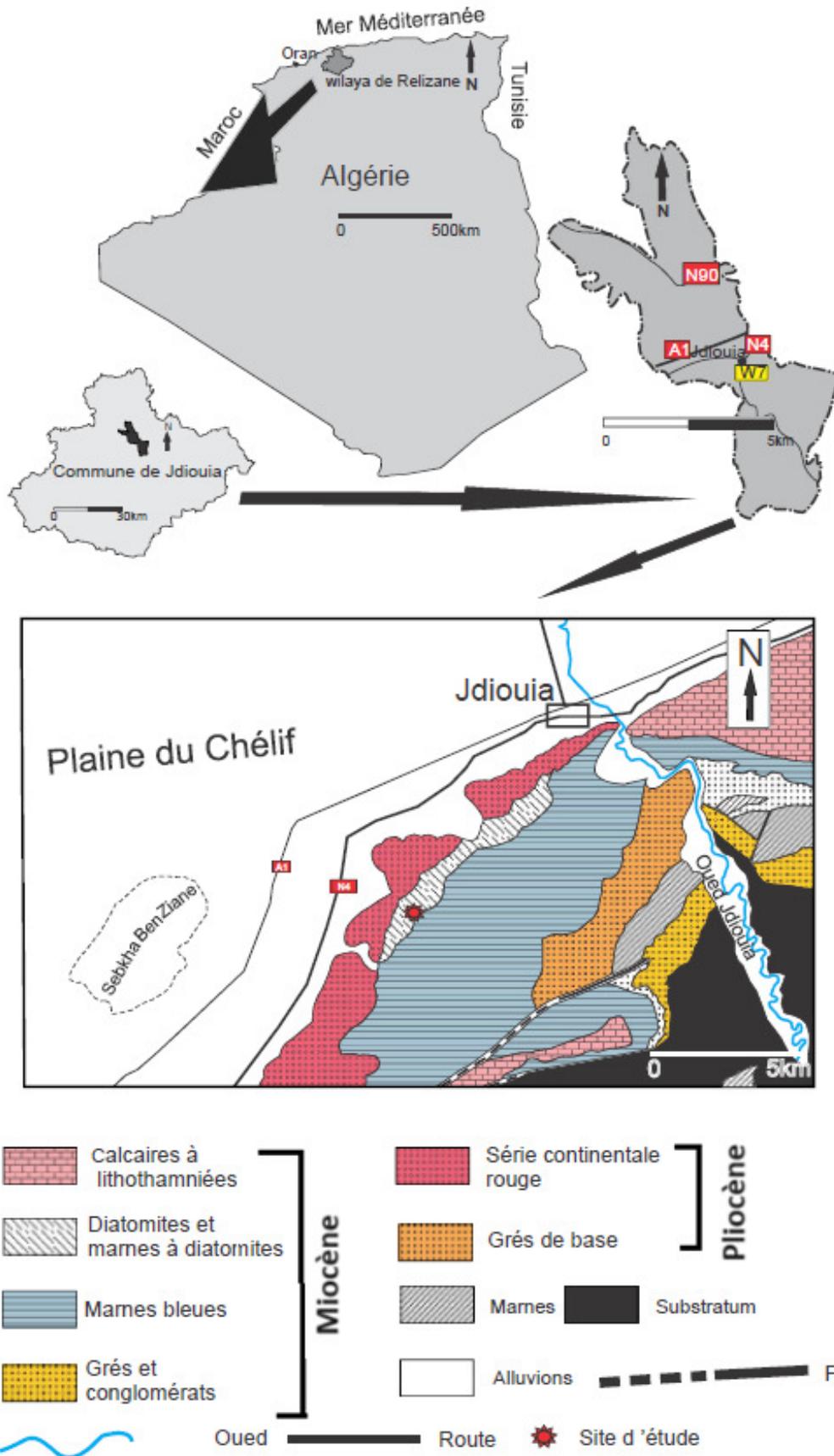


Figure 14 : Carte géologique et géographique de la région de Jdiouia. Extrait de la carte topographique de Oued Rhiou 1/50.000 feuille, n° 130 (B8/C10).

VIII.1) Coupe de Jdiouia

Elle a été levée à environs 4 Km au Sud-ouest de la ville de Jdiouia au lieu-dit Chaabat El Lebouna. Ses coordonnées (UTM) sont : 31 S 301940.74 m E.

3975026.00 m N.

Trois unités lithologiques affleurent (fig. 15) :

Une Première unité diatomitique constituée de bas en haut par des marnes compactes de couleur verdâtre sur 7 m d'épaisseur, suivit d'une alternance de marnes verdâtres laminées et de diatomites (5m). Cette alternance est caractérisée par certains niveaux marneux à brachiopodes et bivalves ;

Une deuxième unité marneuse avec une alternance de marnes verdâtres et de calcaires bioclastiques dont l'épaisseur atteint les 6 m surmontée d'un banc de calcaire argileux (0.5m) intercalé dans des marnes dont l'épaisseur atteignant 6 m.

Une troisième unité détritique avec à la base un banc de grés bioclastique d'une épaisseur de 0.4m incluant des fragments de bivalves suivit par des marnes sableuses (6 m) et un banc gréseux bioclastique (0.5 m), après un niveau de marnes sableuse de couleur jaunâtre à *Brissopsis* 7.5m vient une alternance de calcaires bioclastiques renfermant en majeure partie des bivalves, serpules (4.5 m). Deux bancs de calcaires gréseux et grés (1m) surmontés par 2.25 m de marnes succédées par niveau de calcaires argileux de 0.5m à *Schizaster*, intercalé entre deux bancs de calcaires bioclastiques (0.5m) après vient un banc de calcaires bioclastiques (1 m) intercalé dans des marnes d'une épaisseur de 6 m.

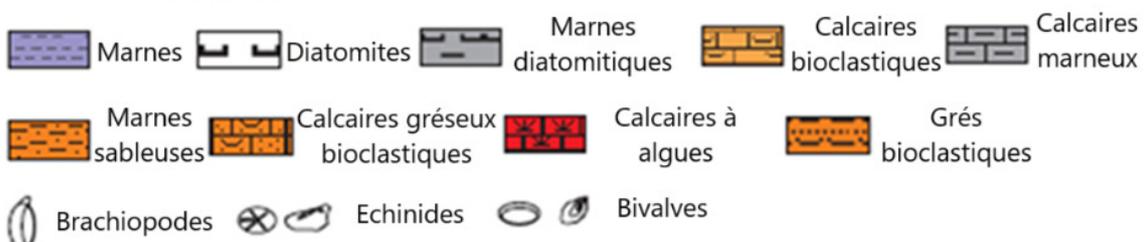
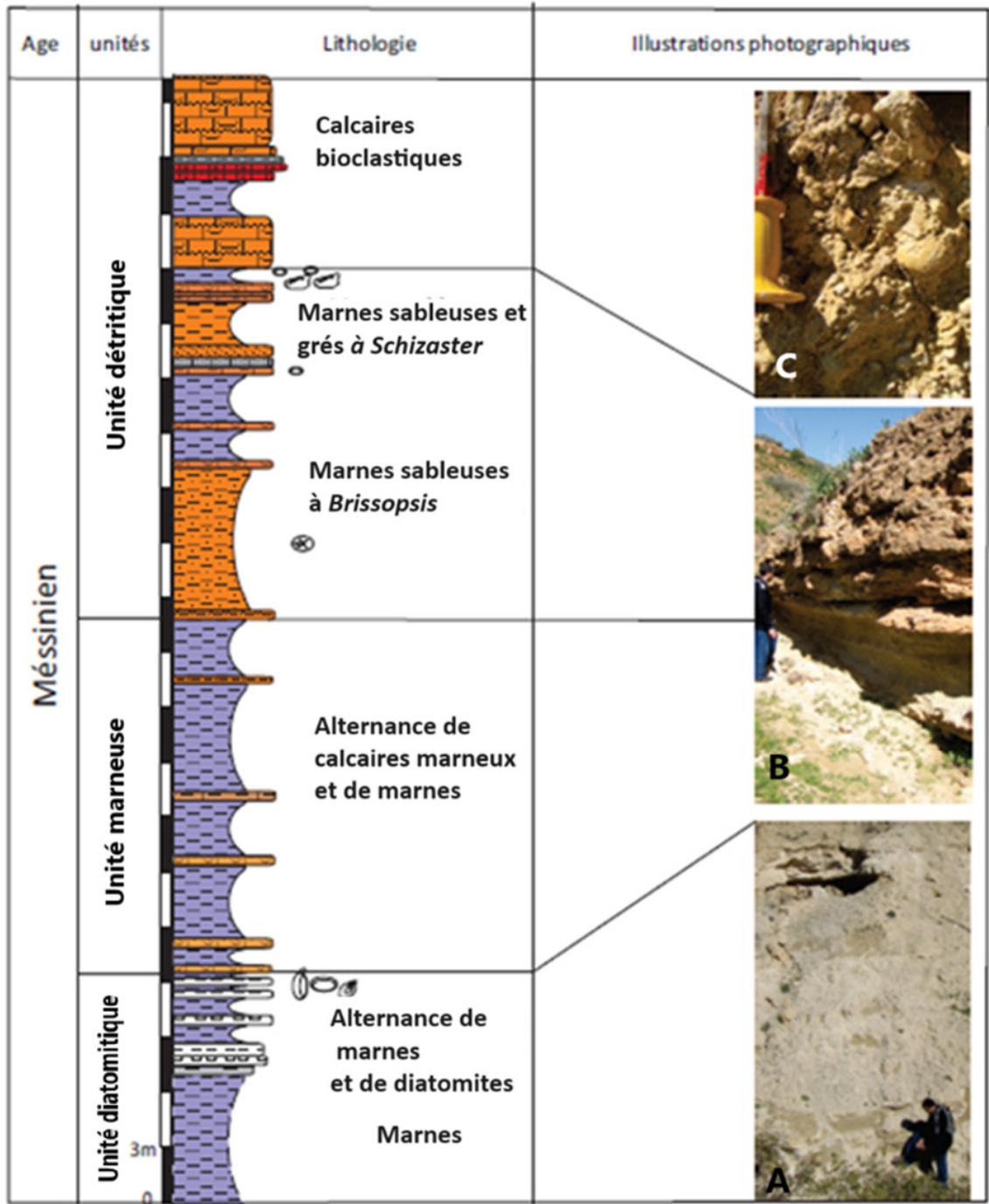
Enfin cette unité s'achève par des calcaires à algues (1.5 m) et de calcaire bioclastique de couleur brun rouge massif (4 m).

La faune d'échinides est caractérisée par la présence des espèces :

Schizaster sahelensis Pomel, 1885

Echinolampas costatus Pomel, 1885

Brissopsis boutyi Pomel, 1885.



Photos : A, Alternance marno-diatomitique; B, Alternance de calcaires marneux et de marnes; C, Calcaires bioclastiques à bivalves et echinides.

Figure. 15 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Jdiouia.

VIII.2) Coupe de Sidi Abdelkader

Elle est située à une centaine de mètres à l'Est de la coupe précédente. Ses coordonnées (UTM) sont : 31 S 302809.82 m E.

3975197.76 m N.

Ce sont les mêmes faciès observés dans la coupe précédente qui affleurent.

Une unité inférieure marneuse qui montre de bas en haut des marnes verdâtres compactes de 4.5m continuant avec une alternance de niveaux marneux et de diatomites blanchâtres finement laminées d'une épaisseur de 2.6 m.

Une unité supérieure détritique constituée de bas en haut par des bancs de calcaires gréseux de 1.8m et des marnes (2m) suivis par une alternance de grès friables de couleur jaunâtre qui renferme une faune de bivalves et de gastéropodes.

Des calcaires bioclastiques épaisse de 10m constituée essentiellement par des fragments de bivalves et des échinides (*Schizaster*) surmontée par un niveau de calcaires bioturbés (1m) et un autre banc de calcaires à huitres (1m), après un banc de calcaires marneux (0.5m) très riches en *Brissopsis* et *Schizaster* vient un autre banc de calcaires bioclastiques compacts de couleur brun rouge riche en fragments de bivalves (2m), deux lentilles de calcaires à algues (0.5 m) chacune ou s'intercale un niveau de calcaires sableux de couleur jaunâtre à *Echinolampas* ;

Enfin la coupe se termine par des calcaires bioclastiques compacts de couleur brun rouge riche en fragments de bivalves (6 m).

VIII.3) Conclusion

On note un faciès de marnes diatomitiques, et des marnes à *Brissopsis* et *Schizaster*. Le genre *Echinolampas* apparait avec la présence de lentilles de calcaires à algues et de grandes huitres (*Ostrea lamellosa*), dans un faciès biodétritique.

IX) Région de Oued Rhiou-Oued Sly

L'axe Jdiouia Oued Sly (fig.16), constitue une bande allongée sud-ouest nord est à sédimentation généralement homogène avec quelques variations locales de faciès et d'épaisseur.

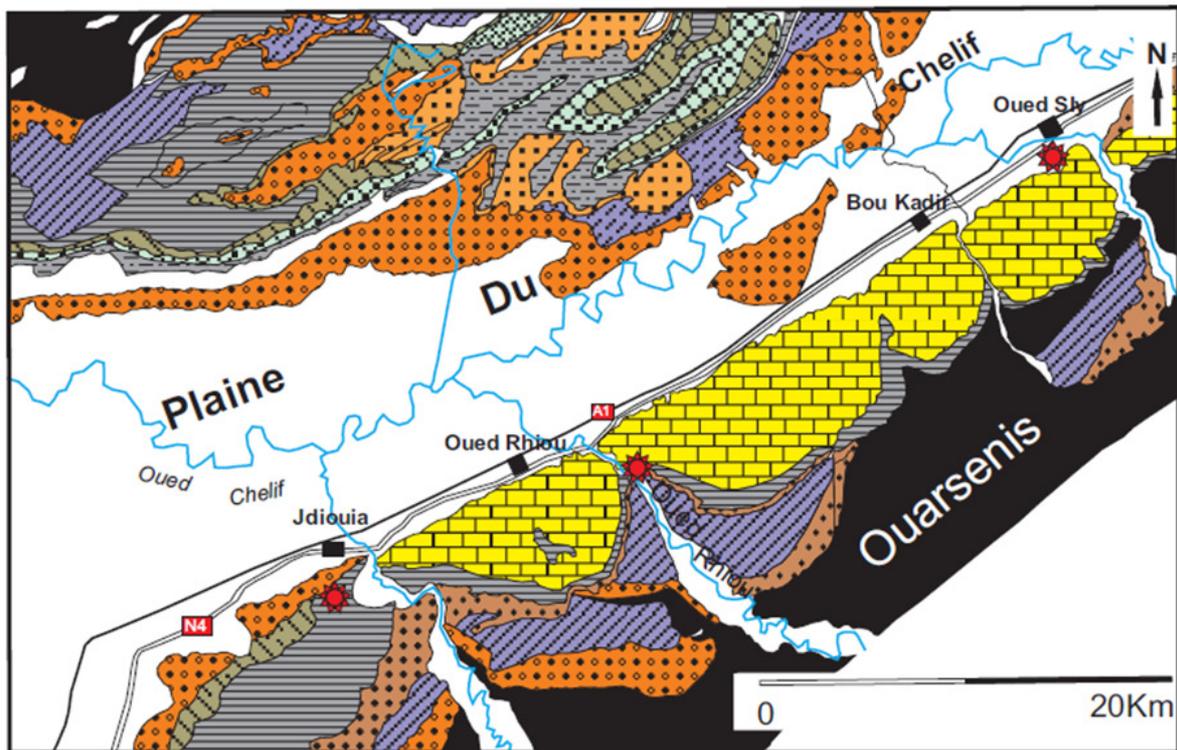


Figure 16 : Carte géologique et géographique de l'axe Jdiouia- Oued Sly. D'après Perrodon 1957, modifié.

IX.1) Coupe de Oued Rhiou

La région concernée par cette étude est située sur la bordure méridionale du bassin du bas Chélif. Ce dernier a connu à la fin de l'Oligocène une intense activité tectonique qui a façonné la topographie de la région par la surrection des chaînes de montagnes séparées de dépressions. Les dépôts miocènes montrent deux cycles perturbés par la mise en place des nappes de charriage, à savoir le premier et le second cycle post-nappe, qui correspondent respectivement au Miocène inférieur et Miocène supérieur (SN Repal, 1952 ; Perrodon, 1957).

Le gisement d'*Opissaster* dont les dépôts sont le résultat du second cycle post-nappes montre une succession de faciès qui débute par des marnes bleues (marnes bleues supérieures), des calcaires marneux, alternance de grés sableux et marnes sableuses, des calcaires gréseux, et finissent par des calcaires à algues (fig. 17).

L'étude micro-paléontologique des marnes bleues (lavage et examen de quelques échantillon de marnes au niveau du laboratoire de l'université de Chlef) a révélé la présence de *Globorotalia mediterranea* ce qui confère un âge messimien à ces dépôts.

L'association d'échinides commence par des *Opissaster* dans les calcaires marneux, les espèces *Spatangus tessellatus*, *Schizaster sahelensis*, *Schizaster dilatatus*, *Clypeaster tessellatus*, apparaissent dans les grès et les marnes sableuses, dans les calcaires gréseux, on note la présence d'*Ostrea lamellosa*. Le tout est couronné par les calcaires à algues avec quelques échinides du genre *Schizaster* (*Schizaster barbarus*).

Cette coupe a été levée à quelques kilomètres au sud de la commune de Oued Rhiou près de Douar Htatba, sur la rive droite de l'Oued, (fig. 17) dont les coordonnées (UTM) sont : 31 S 312631.30 m E.

3978512.99 m N.

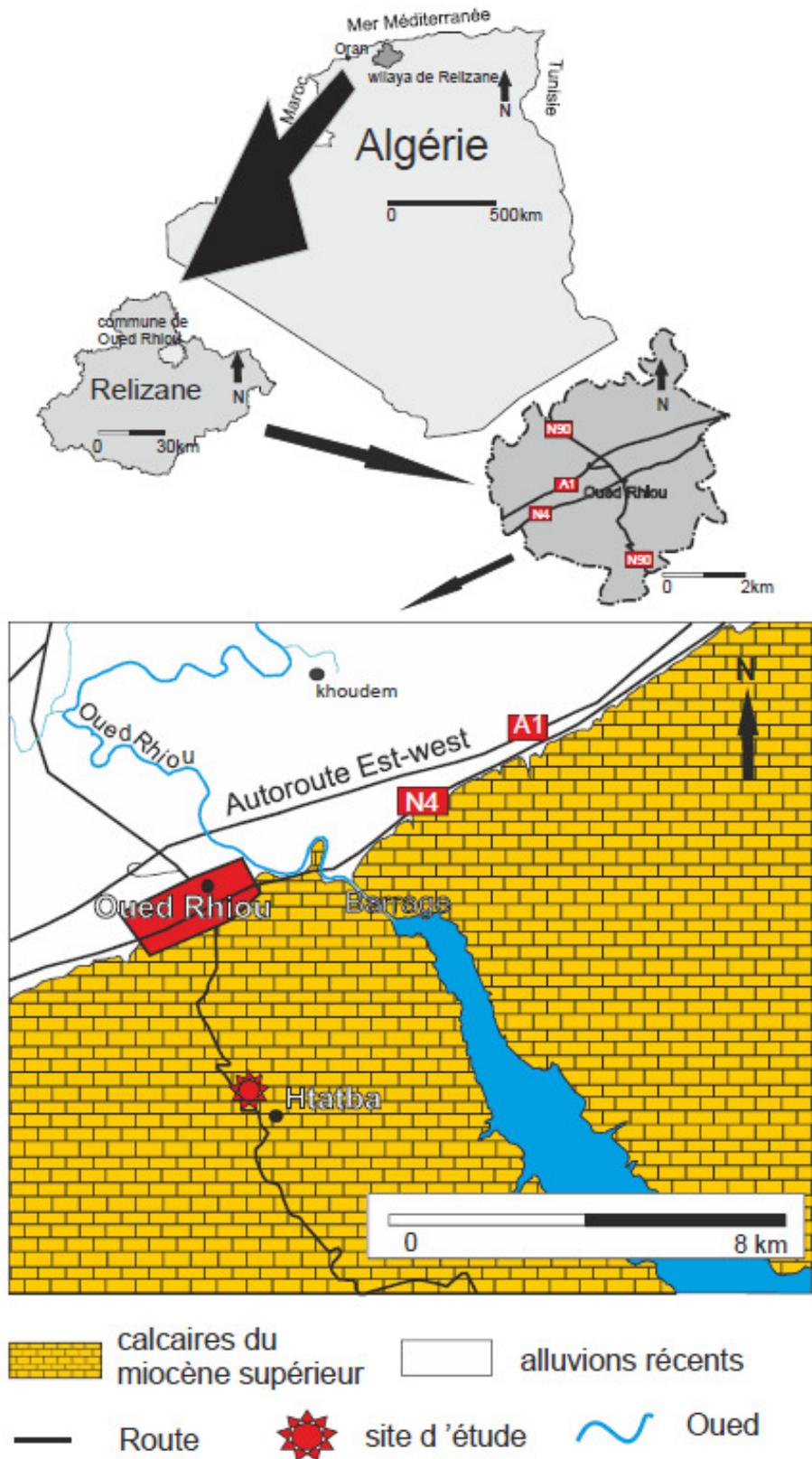


Figure 17 : Carte géologique et géographique de la région de Oued Rhiou. Extrait de la carte topographique de Oued Rhiou 1/50.000 feuille, n° 130 (B8/C10).

Les assises sédimentaires prennent une allure rythmée, constituée par une alternance de niveaux de calcaires sableux et de marnes sableuses, couronnée par des calcaires. Cette formation, qui s'élève sur une centaine de mètres, abrite une faune d'échinides irréguliers très significative sur le plan paléoécologique, représentée par les espèces suivantes :

Spatangus tessellatus, Pomel, 1885

Opissaster insignis, Pomel, 1885

Clypeaster expensus, Pomel, 1885

Schizaster barbarus Pomel, 1887.

Cet affleurement (fig.18) commence par une unité marneuse matérialisée par une alternance de marnes bleues compactes riches en plaques d'échinides, radioles, et de foraminifères, dont *Globorotalia mediterranea* datum du Messinien, suivie d'une unité détritique avec une alternance de marnes sableuses et de calcaires sableux jaunâtres très bioturbés qui s'étendent sur une cinquantaine de mètres et qui continue par une alternance de calcaires à algues et marnes sableuses à *Schizaster barbarus*, sur une épaisseur d'une vingtaine de mètres.

Enfin une unité calcaire riche en algues calcaires renfermant une faune d'huitres dépassant une dizaine de mètres.

Latéralement, au niveau d'Oued Sly, la série miocène est très réduite (250 m). Vers le village Oued Sly, elle repose directement en discordance sur du substratum créacé. Après quelques dizaines de mètres de calcaires biodétritiques de couleur jaunâtre, à *Clypeaster* très riche en *Heterostegina depressa*, la Formation des Marnes bleues revêt une allure grésocalcaire (épaisseur réduite également : une cinquantaine de mètres). Cependant les "calcaires à lithothamniées" sont aussi épais que dans les autres secteurs ([Perrodon, 1957](#), [Neurdin, 1992](#)).

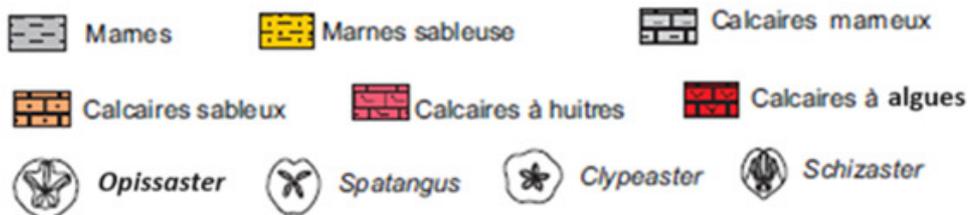
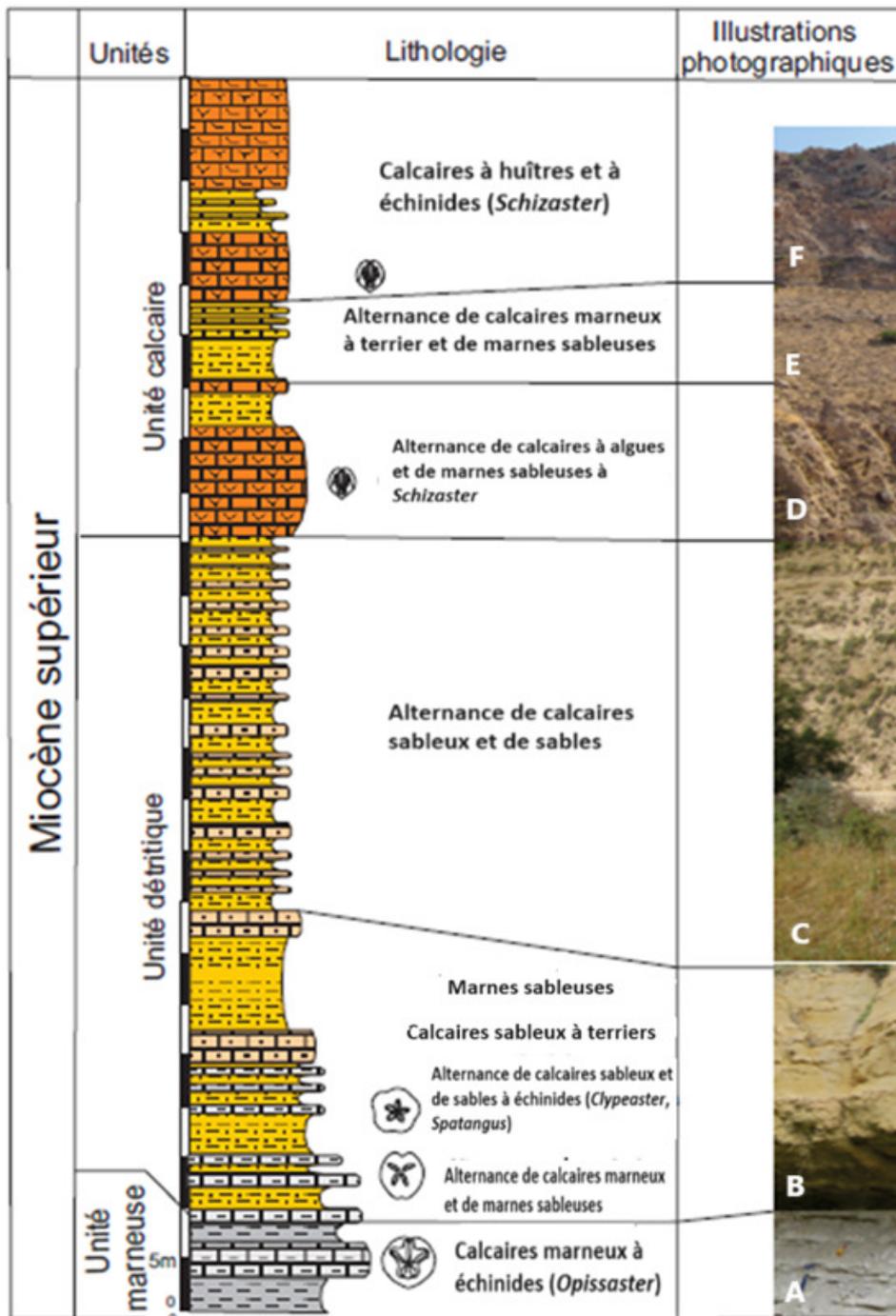
Les espèces de *Clypeaster* reconnues dans la coupe de l'Oued Sly sont :

Clypeaster altus (Leske, 1778)

Clypeaster subacutus, Pomel, 1887

Clypeaster portentosus Des Moulins, 1835

Clypeaster brevior Seguenza, 1879.



Photos: A, Calcaires marneux; B, Calcaires sableux; C, Alternance calcaires et sables; D, calcaires à algues et marnes sableuses; E, calcaires marneux et marnes sableuses; F, Calcaires à huîtres et échinides.

Figure 18 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Oued Rhiou.

Rouchy (1982a) évoque par ailleurs l'existence dans les calcaires à algues « barrière récifale méridionale à Lithothamniées » de petits édifices récifaux à Coralliaires. Cette formation de calcaires à mélobésiées est généralement considérée comme constituant une barrière organogène jalonnant une ligne de hauts-fonds séparant le bassin proprement dit d'une dépression interne à sédimentation lagunaire marno-sableuse (Perrodon, 1957 ; Rouchy, 1982a), favorisant ainsi l'implantation des Madréporaires.

IX.2) Conclusion

Le passage d'un faciès à éléments fins vaseux à *Opissaster* avec une association de *Clypeaster expansus*, et *Sardopatangus tesselatus* dans un faciès de sédiments fins sableux, à des calcaires abritant une faune de *Schizaster*.

X) Conclusions sédimentologiques et stratigraphiques

La sédimentation néogène dans la région étudiée, est caractérisée au Miocène inférieur par des dépôts conglomératiques et gréseux à caractère transgressif. Le miocène moyen est caractérisé par des dépôts conglomératiques et grès micro- conglomératiques à épifaune littorale représentée par des *Amphiope* (Tessala et Arbal).

Le Miocène supérieur qui entre dans un cadre général de la mise en place des plateformes carbonatées (Saint Martin et al., 1995), montre une différenciation spatiale et temporelle des faciès qui enregistre d'importants changements environnementaux. Ainsi les premières phases transgressives sont caractérisées par des dépôts grès calcaires bioclastiques à *Heterostegina* et *Clypeaster* (*Clypeaster* de forme haute, région de Tessala, Oued Sly). Ces dépôts correspondent à la première unité selon Saint Martin et al (1995).

Les calcaires bioclastiques à *Heterostegina* et *Clypeaster* et les calcaires à algues qui se rencontrent dans la quasi-totalité des localités étudiées montrent une faune d'échinides réguliers en particulier *Schizechinus*, *Cidaris* et irréguliers dominée par les spatanges. Les phases transgressives finales sont propices à l'installation d'une faune péri-récifale d'*Echinolampas* et de *Clypeaster* (cap Figalo).

Le Pliocène est représenté par des dépôts de marnes sableuses et de grès argileux à *Schizaster* (Sig).

La sédimentation néogène de l'Oranie installée et conditionnée par les paléorelief anté-néogène l'activité volcanique, et les bioconstructions ont permis l'installation d'une faune d'échinides elle-même conditionnée par les caractères fasciologiques des dépôts, déterminant ainsi la position stratigraphique des genres d'échinides (fig.19).

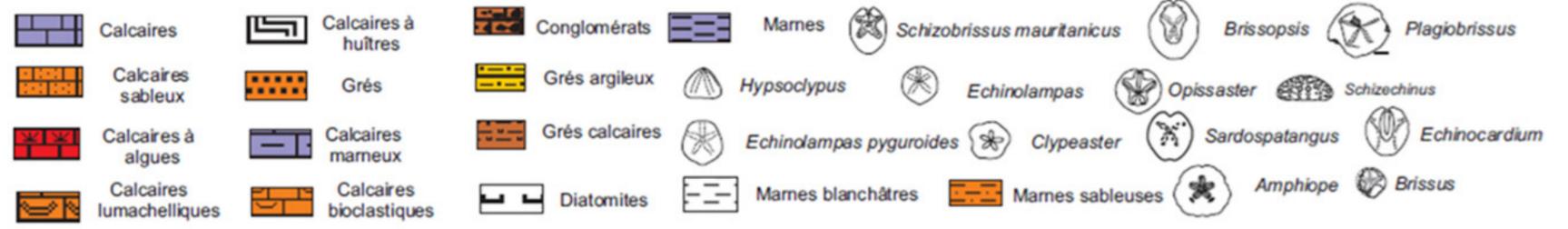
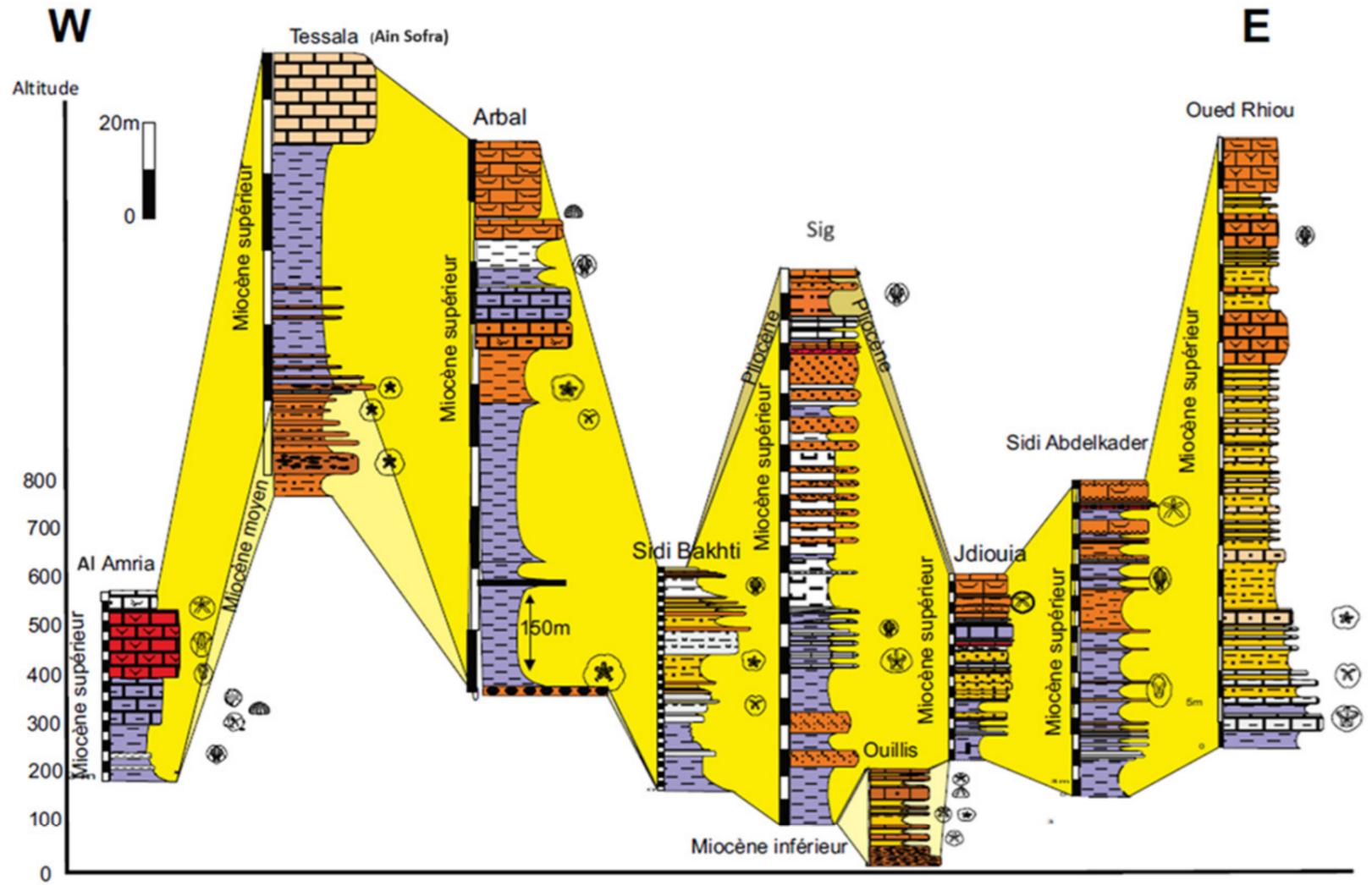
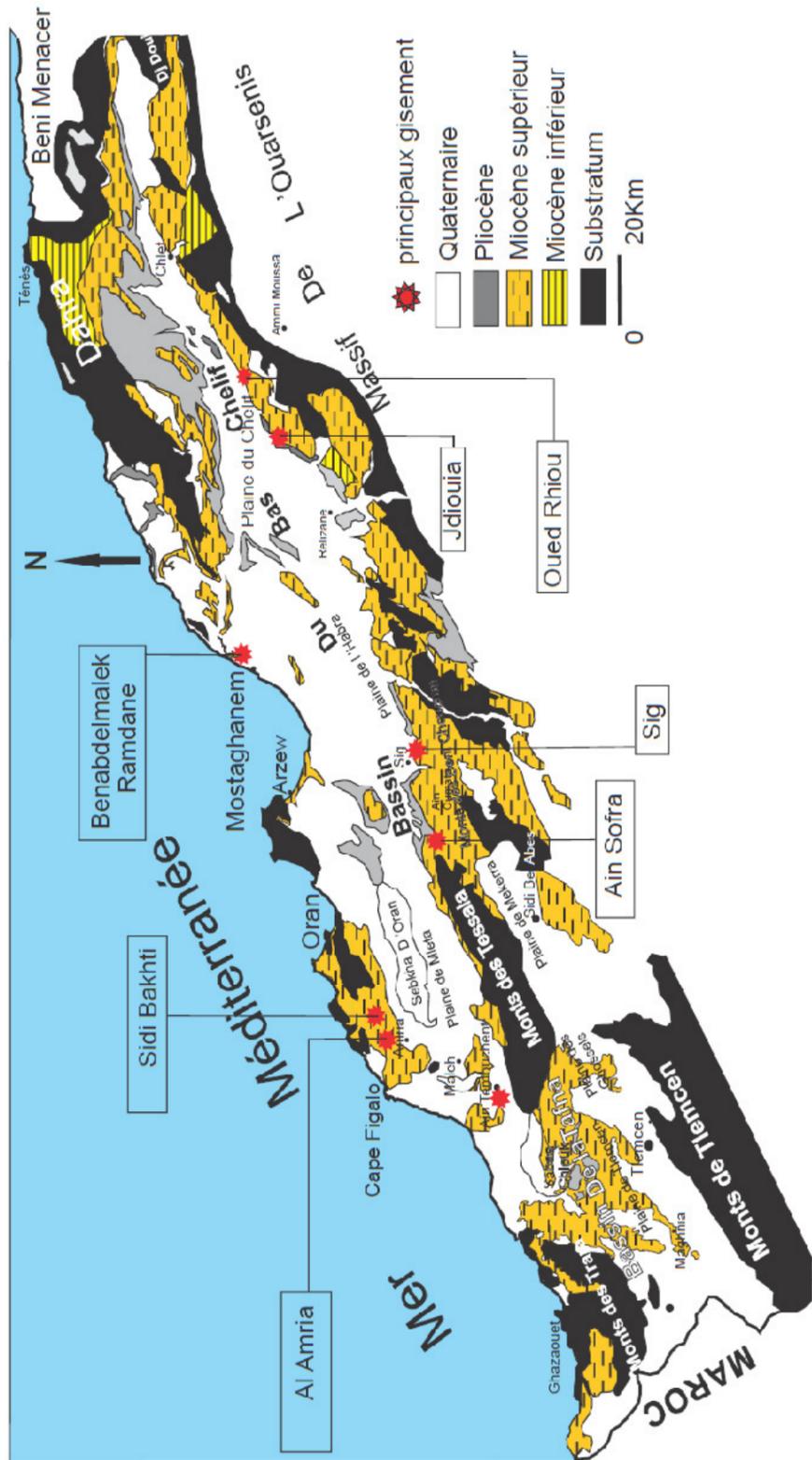


Figure 19 : position stratigraphique des échinides de la région étudiée

TROISIÈME CHAPITRE

Systematique

I. Historique

La morphologie extérieure des échinides avec leur test orné d'épines et leur grand éventail de variation morphologique a fasciné depuis longtemps les chercheurs, et les naturalistes.

Déjà Aristote leur donna le nom d'*Echinus*. Pendant le XVI et le XVII siècle, quelques auteurs comme [Rondelet](#) en 1554, [Gesner](#) (1565), [Aldrovande](#) (1599) en ont parlé dans leurs écrits, et ainsi que leurs devanciers, qui les ont classés tantôt parmi les Crustacés, tantôt parmi les Mollusques Testacés ou Rayonnés, en considération surtout de la nature coriace et solide de leurs enveloppes ou leur symétrie. [Rumphius](#) (1705) fit connaître plusieurs formes nouvelles, puis [Breynius](#) (1732) qui a établi plusieurs genres.

En 1734, [Klein](#) associe pour la première fois les Echinides à un nouveau groupe qu'il nomme échinodermes. Il reconnaît 14 genres particuliers au sein des échinides, dont quelques-uns avaient été déjà mentionnés par Breynius, mais en leur attribuant d'autres dénominations. Malgré cela, il reste encore à Klein les genres *Cidaris*, *Dicoidea*, *Mellita*, *Laganum*, *Arachnoides*, *Spatangus* et *Brissus*.

Vers l'année 1742, [Gualtieri](#) s'occupa des échinides et répartit les espèces en 4 genres dont les noms sont empruntés à Breynius, ce sont : *Echinometra*, *Echinanthus*, *Echinospatagus* et *Echinodiscus*.

[Linné](#) (1758) dans le *Systema naturae* ne forme plus qu'un seul genre de tous les Echinides sous le vocable *Echinus*.

[Davila](#) (1767) a admis six genres qu'il emprunta à la méthode de Klein. Puis, vient [Van Phelsum](#) (1774), qui adopte les genres de Breynius, et y ajoute ceux des *Echinoneus* et *Echinocyamus*. [Scopoli](#) (1777) séparent les Oursins des Testacés pour les réunir aux Astéries et aux Polypiers.

En 1778, [Leske](#) accepte les genres établis par Klein, auxquels il enjoint 3 de Breynius, et crée le genre *Echinarachnius*.

[Blumeubach](#) (1779) a fait des échinides un ordre à part sous le nom de Crustacea et y joint les Etoiles ou Astéries.

[Molina](#) (1782) décrit plusieurs espèces des côtes du Chili, et [Bruguère](#) (1789) adopte le système de Blumenbach, mais il change la dénomination en celle de Vers Echinodermes.

[Faujas](#) de Saint-Fond, dans son *Histoire de la montagne Saint-Pierre de Maëstricht* (1799), fait connaître quelques espèces fossiles de la craie supérieure ; puis en 1801, [Lamarck](#) reprend la classification des Echinides et établit les genres suivants : *Galerites*, *Echinus*,

Echinoneus, *Cassidulus*, *Clypeaster*. En 1816, dans son ouvrage sur les Animaux sans vertèbres, il complète son premier essai de classification et fonde encore de nouvelles groupes génériques sous les noms de : *Scutella*, *Fibularia*, *Ananchytes* et *Cassidulus*.

Il faut arriver jusqu'en 1829 pour trouver des travaux un peu importants sur ces animaux. Cuvier d'abord, dans le Règne animal, s'en occupe au double point de vue de l'organisation et de la classification, et l'on trouve déjà les échinides répartis en deux groupes principaux, les échinides réguliers et les échinides irréguliers.

En France, Marcel de Serres (1829) et Defrance (1825), en Angleterre, Phillips (1829), font connaître un certain nombre d'espèces fossiles.

De Blainville (1834) présente une nouvelle distribution méthodique des échinides qu'il divise tout d'abord en deux familles : E. excentrostomes et E. centrostomes d'après la position centrale ou excentrée de la bouche par rapport à l'ensemble du squelette

En 1836, Michelin fait connaître quelques espèces d'échinides fossiles.

Agassiz (1835), initie une refonte complète de la classification qui comprend 29 genres. Plus tard, en 1838, Agassiz établit encore de nouveaux genres appartenant à une famille remarquable par la disposition de son appareil apical, à laquelle il donne le nom de Salénies.

En 1841, dans son introduction à une Monographie des Scutelles, il établit dans le groupe des Scutellidées, les genres *Runa*, *Lobophora*, *Scutellina*, *Molinsia*. La même année Forbes donne la description de 8 espèces fossiles.

En 1842, Desor fait successivement paraître la monographie des Clypeastrides qu'il répartit en 11 genres, dont un nouveau genre *Holectypus* ; puis celle des *Bryaster*.

De Koninck (1842-44) s'occupe des espèces fossiles des terrains carbonifères, et Sismonda (1843) décrit quelques espèces des terrains tertiaires d'Italie.

Philippi (1845) établit le genre *Tripylus*. En 1847, Duchassing, et Deshayes font connaître l'un, des espèces des Antilles ; l'autre, 5 espèces de l'Afrique.

C'est également de la même année que date le travail fondateur de Agassiz et Desor : le Catalogue Raisoné des Echinides, dans lequel ils présentent un tableau complet de tous les échinides décrits jusque-là.

Forbes et Salter (1849-1856), publient un grand nombre d'espèces fossiles d'Angleterre. Wright (1851) donne la monographie des Cassidulées de l'Oolithe. Michelin (1851), dont les travaux sont nombreux sur les échinodermes, donne la description de quelques nouvelles espèces d'Echinides. En 1852 Forbes, s'occupe des espèces tertiaires d'Angleterre.

En 1853, d'Archiac et J. Hainie font connaître les espèces nummulitiques de l'Inde, et M. Herklolt celles de Java.

En 1855, Wright, déjà cité, donne des monographies des Echinides fossiles de l'Oolithe se rapportant aux Cidaridées, Hemicidaridées et Diademidées, puis celle des fossiles de l'île de Malte.

Leuckart (1858), Sars (Nyt. Mag. for Naturvid.) inventorient les échinides vivants de la Méditerranée.

En 1838, Cotteau étudie l'appareil apical du genre *Goniopygus*, donne une note sur le genre *Galeropygus*, créé par lui en 1836 ; puis, en 1860, il décrit les Echinides d'Espagne recueillis par MM. de Verneuil, Triger et Collomb, et donne ensuite une note sur le genre *Heterocidaris*. Enfin le même auteur publie, en collaboration avec M. Triger, un grand ouvrage sur les échinides de la Sarthe (1855-1869).

De 1862 à 1867 il a consacré des travaux sur les échinides crétacés, sans oublier les importants travaux pour la paléontologie française entre 1885 et 1894 qui ont été entrepris par d'Orbigny après sa mort.

Dujardin et Hupé (1862) dans leur "histoire naturelle des zoophytes" ont fait une description détaillée des échinodermes sur le plan anatomique et physiologique ainsi que sur la classification de ces derniers.

L'échinologie a pris un autre tournant à la charnière du 20^e siècle avec les inventaires monographiques des échinides actuels et fossiles du monde entier et l'émergence d'une anatomie comparée beaucoup plus détaillée de leur anatomie.

La classification détaillée qu'il a développée coïncide parfaitement avec celle de Jackson (1912) et elle est basée sur les caractères squelettiques applicables sur les groupes récents et fossiles à l'exception de quelques groupes basés sur les caractères des pédicellaires.

Mortensen (1928a, 1935, 1940, 1943a, b, 1948a, b, 1950a, 1951) a réellement établi les bases de la taxonomie moderne des échinides dans son "*Monograph of the echinoidea*" en donnant une vue d'ensemble magistrale jusqu'au niveau spécifique pour les groupes récents et le niveau générique pour les groupes fossiles.

Durham (1966a) dans le cadre de la préparation du "*Treatise on invertebrate Paleontology*" ont développés une classification détaillée qui prend part quelques peu dans la structure du plan réalisé par Mortensen.

Jensen (1981) est un des premiers à opté pour une méthode cladistique dans sa classification.

La première vraie analyse cladistique des échinides est celle de [Smith \(1981\)](#) elle s'est transformée directement en une classification formelle développée après in [Smith \(1984\)](#).

Avec l'apparition du séquençage génétique moléculaire en 1990 une nouvelle aire d'une rigoureuse approche phylogénétique commence. [Littlewood et Smith \(1995\)](#) donnent la première analyse cladistique à travers les classes basées sur la combinaison des données morphologiques et moléculaires.

Tandis que maintenant une grande base de données est assemblée et analysée ([Smith et al., 2005](#)) il n'y a pas encore une tentative formelle de prendre ces perspectives moléculaires pour une classification formelle.

Au moment où il y a eu peu d'analyse qui englobe tous les groupes, il y a eu en revanche un grand nombre d'analyses cladistiques qui se sont focalisées sur des groupes individuels à l'intérieur des échinides, dans l'objectif de comprendre les relations détaillées ([Smith, 1985](#)). Tous ont donné une partie instantanée et détaillée de l'arbre phylogénique des échinides. [Smith, \(2010\)](#) s'est engagé à faire une première analyse cladistique numérique compréhensive des groupes qui tend à simplifier la diversité des échinides post-paléozoïques en introduisant toutes les familles nominatives existantes et éteintes, et construisant un ensemble de caractères qui rassemble les caractères variables utilisés précédemment par les taxonomistes.

[Vadet & Nicolleau \(2018\)](#), ont proposé une nouvelle classification des Spatangues, par suite en 2023 ils ont modifié la clé d'identification des principaux groupes de spatangoides.

[Kroh \(2020\)](#) a fait la révision de la classification fondée sur les résultats de la phylogénie, morphologie et la phylogénomie.

En Algérie, l'étude de ce groupe d'invertébrés du Néogène remonte à la période coloniale, notamment avec les travaux de Pomel (1885-1887) dans le cadre de la collecte des matériaux pour l'établissement des cartes géologiques d'Algérie, en effet ce savant a réalisé un travail remarquable sur les échinides de la province d'Oran dans une œuvre de deux tomes qui ont comporté la description et l'illustration de plusieurs espèces, malheureusement une grande partie des planches lithographiques sont restées inédites.

Faisant suite à ces travaux [Cotteau, Peron et Gautier, \(1891\)](#) ont réalisé, des études sur les échinides d'Algérie et sur la signification de leur position stratigraphique englobés en trois tomes dont l'un est consacré au échinides néogènes.

Après cette période, l'intérêt porté aux échinides néogènes d'Algérie s'est limité à des inventaires ponctuels, liés à la description géologique du territoire. On peut noter, Nicaise Brives, Perrodon, et Gentil à titre d'exemple.

Le présent travail est une tentative de révision et d'étude fondée sur les techniques actuelles, comme l'anatomie comparée de l'architecture du squelette, les aspects morpho-fonctionnelle dans l'interprétation paléoécologiques, et les analyses biométriques adaptés pour chaque type d'échinide et ses relations avec son environnement. L'ensemble des échinides soumis à cette étude est constitué de 39 espèces réparties sur 16 genres et 10 familles.

L'ensemble des caractères morphologiques sont résumés dans la figure 20 :

Figure 20: principaux caractères du test des différents groupes d'échinides.

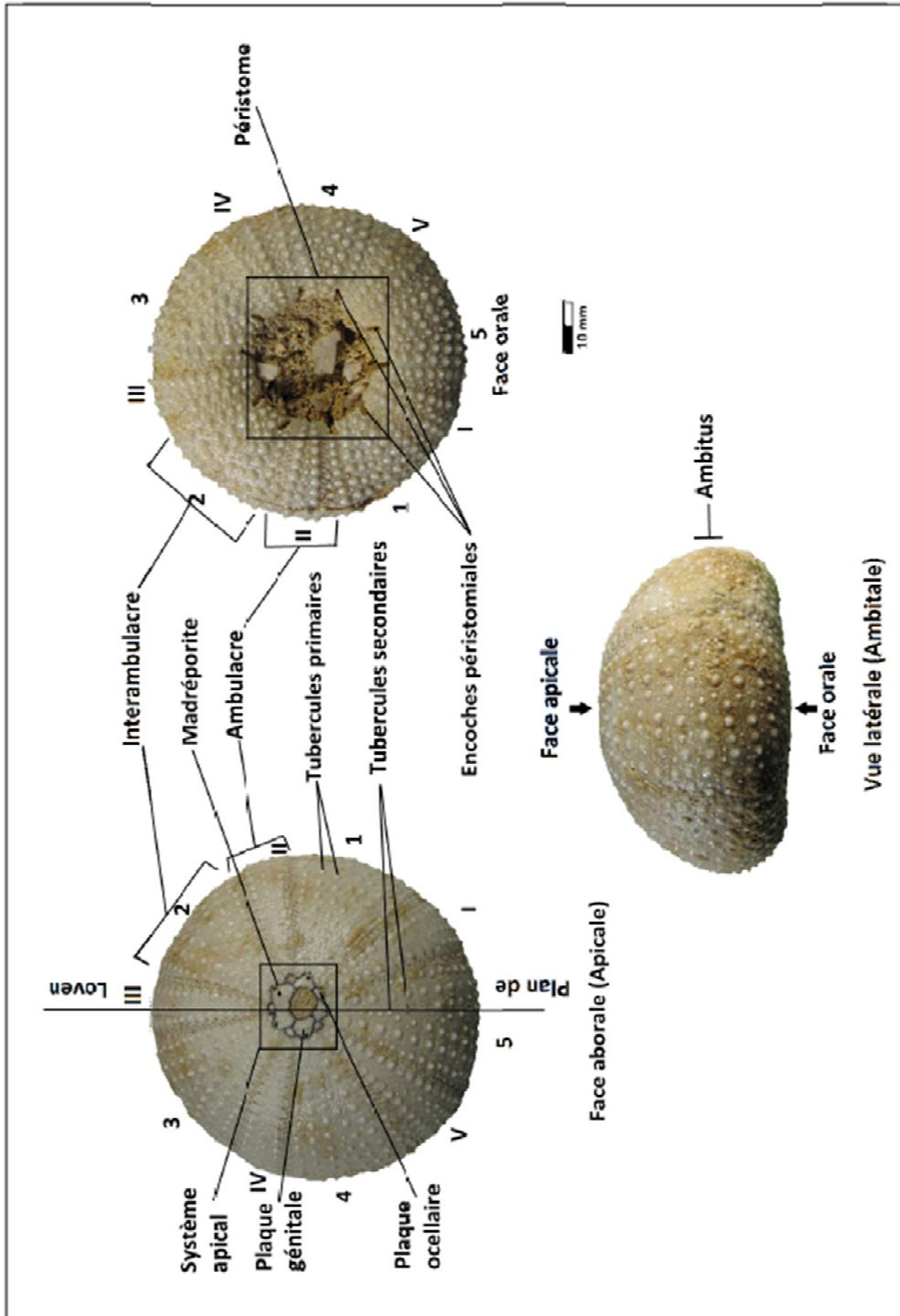


Figure. 20, A : Echinides régulier (*Schizechinus sahelensis*).

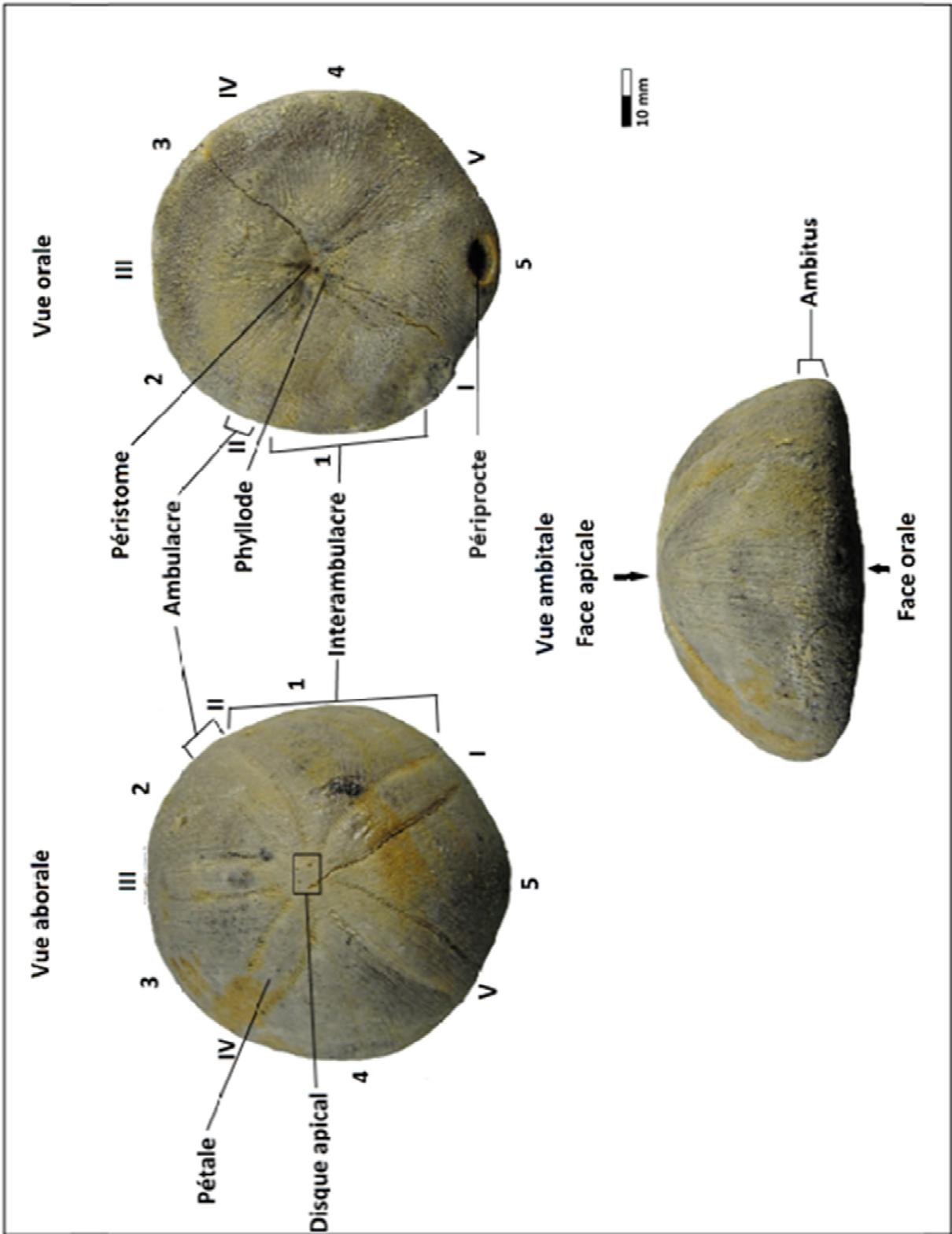


Figure. 20, B. Cassiduloidea (*Echinolampas hemishaerica*).

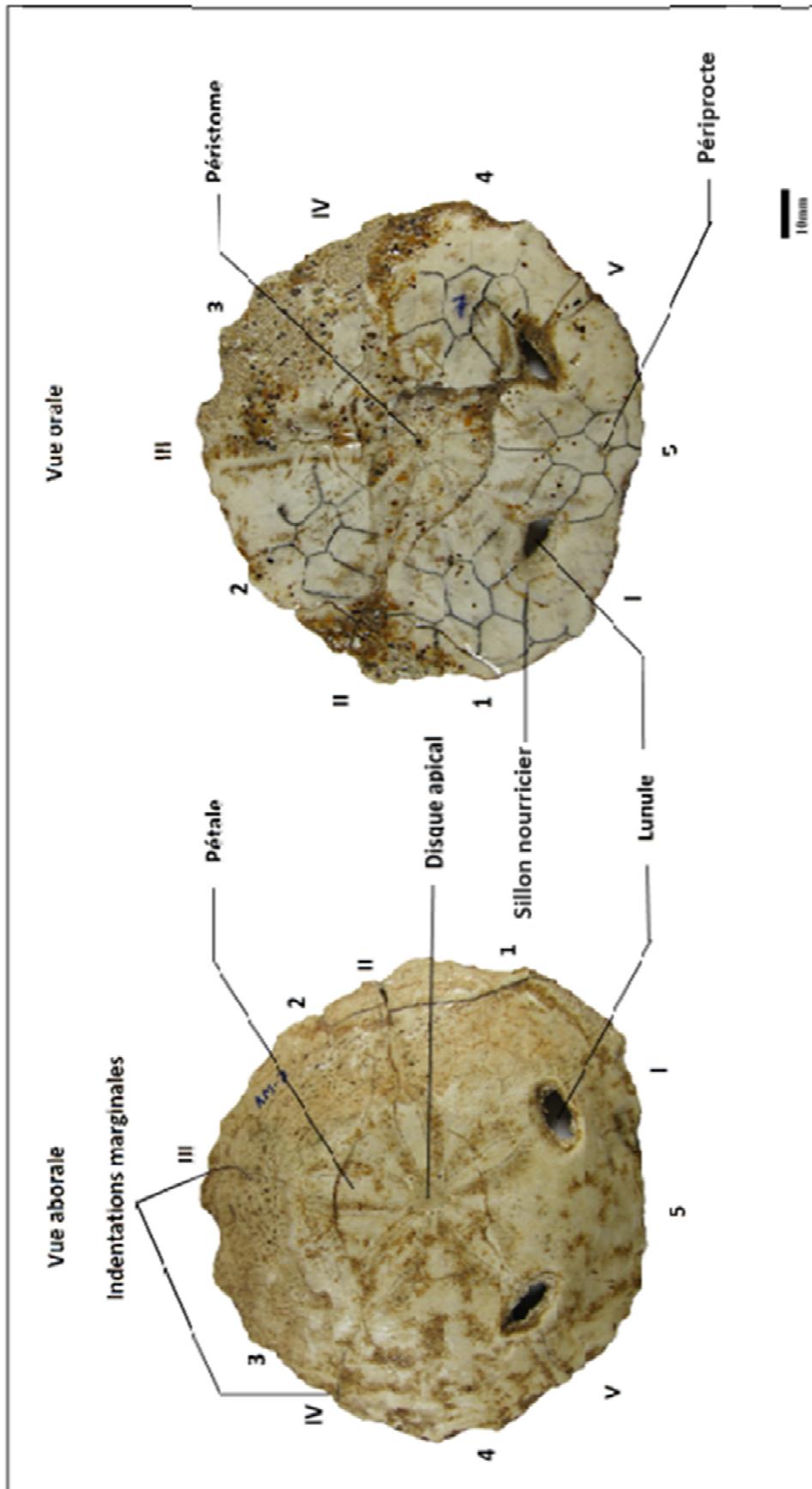


Figure. 20, C. Aatriclypeidae (*Amphiopella depressa*).

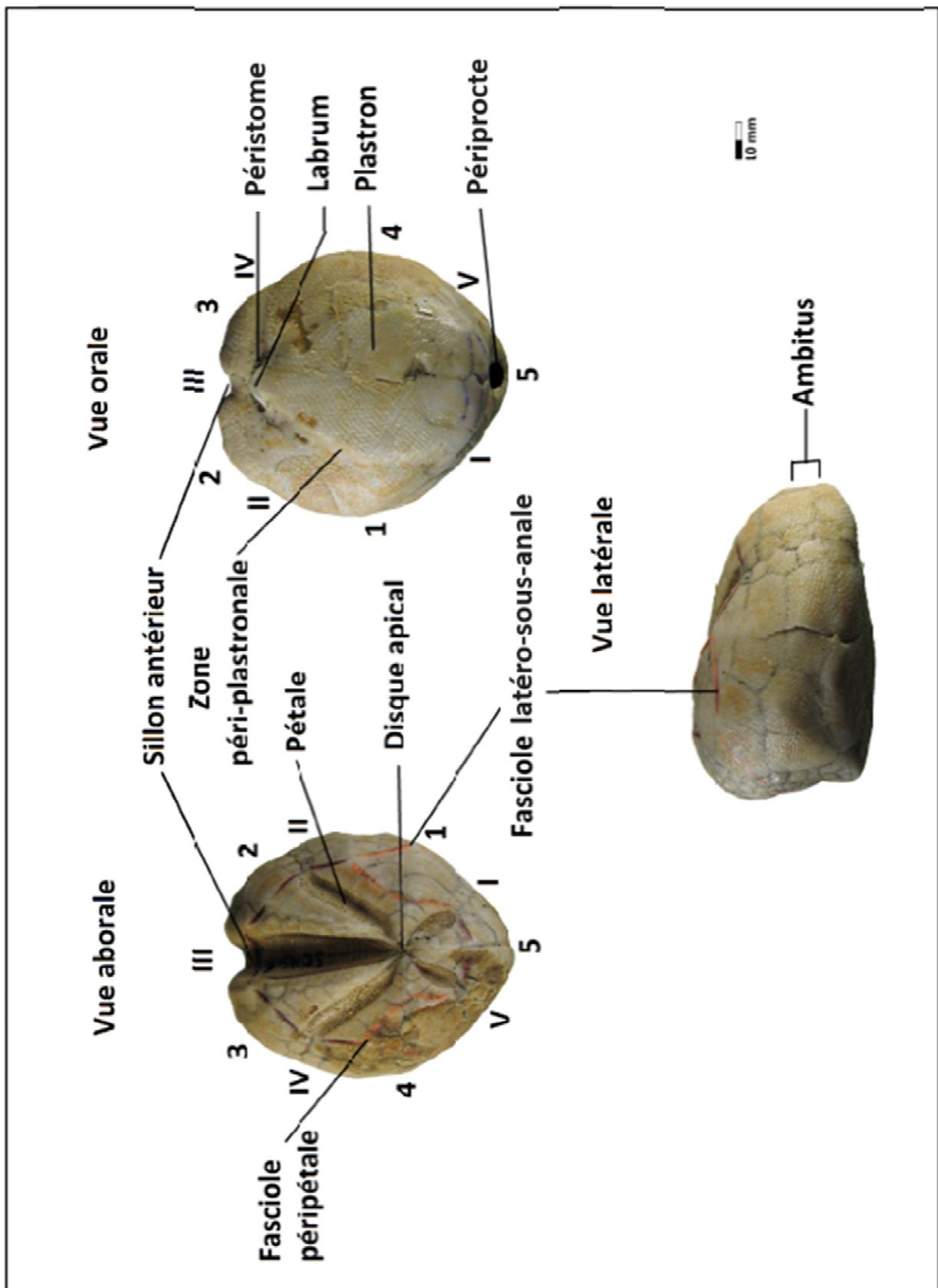


Figure. 20, D. Spatangoida (*Schizaster saheliensis*)

II) Etude systématique

Le matériel néogène qui a servi de base pour cette étude paléontologique est organisé suivant la classification de [Kroh \(2020\)](#). La terminologie utilisée est celle développée par [Lovén, \(1874\)](#), [Melville et Durham \(1966\)](#), [Durham et Wagner \(1966\)](#) et [Smith \(1984b\)](#). La morphologie des pores ambulacraires est celle de [Smith \(1978 ; 1980c\)](#). La nomenclature descriptive et la morphologie des fascioles adopte celle de [Néraudeau et al \(1998b\)](#) et [Smith & Stockley \(2005\)](#) pour l'allure des fascioles. La nomenclature utilisée pour la composition des plaques ambulacraires suit [Jensen \(1982\)](#). Les illustrations des résultats biométriques sont facilitées par l'usage du logiciel « PAST » (palaeontological statistics software ; [Hammer et al., 2001](#)).

Dans cette étude, le spécimen d'échinide est qualifié de taille petite, moyenne ou grande respectivement lorsque $L \leq 20$ mm, $20 < L \leq 40$ mm et $L > 40$ mm.

Les abréviations utilisées pour l'étude systématique des échinides réguliers sont représentées dans la figure 21.

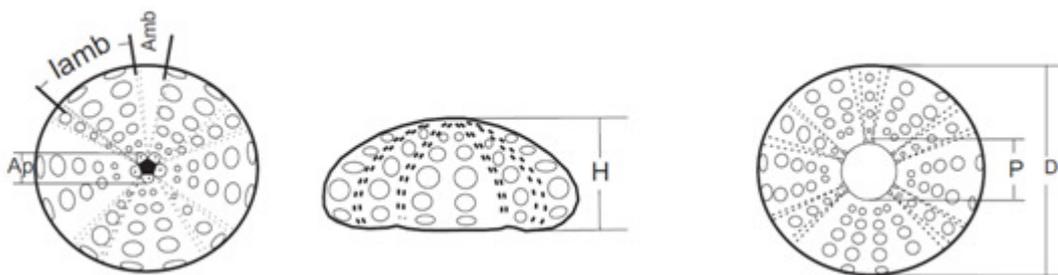


Figure 21: variables utilisées dans l'étude des tests des échinides réguliers D- diamètre du test, H- hauteur du test, P - diamètre du péristome, Ap- diamètre du disque apical, Amb- largeur de l'ambulacre à l'ambitus, lamb- largeur de l'interambulacre à l'ambitus.

II.1) Famille des Cidaridae

Phylum Echinodermata [Bruguière, 1791 \(ex. Klein 1734\)](#)

Classe Echinoidea [Leske, 1778](#)

Groupe Couronne Echinoidea [Leske, 1778](#)

Sous-classe Cidaroidea [Smith, 1984](#)

Ordre Cidaroida [Claus, 1880](#)

Groupe Couronne Cidaroida [Claus, 1880](#)

Superfamille Cidaroidea [Gray, 1825](#)

Famille Cidaridae [Gray, 1825](#)

Genre *Cidaris* [Leske, 1778](#)

a) *Cidaris* Leske, 1778

[=*Dorocidaris* Agassiz, 1869, p. 254, espèce type *Cidaris papillata* Leske, 1778, p. 61 (= *Echinus cidaris* Linneus, 1758) ; = *Orthocidaris* Agassiz, 1863, p. 17, espèce type *Cidaris papillata* Leske, 1778, p. 61 (= *Echinus cidaris* Linneus, 1758) [non *Orthocidaris* Cotteau, 1862, p. 364]

Espèce type :

Echinus cidaris Linneus, 1758, p. 664, par désignation ultérieure de Mortensen, 1910, p. 118.

Distribution :

Le genre à une large répartition géographique englobant le domaine Indo-Pacifique, Atlantique et L'Afrique du Sud [Schultz \(2017\)](#). L'espèce type se rencontre en Atlantique Est et la mer Méditerranée, du sud de l'Islande et de la Norvège au sud jusqu'à la zone équatoriale. L'Afrique de l'Ouest, y compris les Açores, Madère, les Canaries, le Cap-Vert et Santa Helena ([Koehler 1909](#), [Mortensen 1903, 1928, 1933c](#), [Mironov 2006](#) ; [Madeira et al., 2019](#)).

Remarque :

De très nombreux fossiles ont été assignés à ce genre sur des bases de ressemblances générales au sein des Cidaroida. Le genre *Cidaris* peut être distingué des formes plus proches *Tretocidaris* et *Lissocidaris* par l'étroitesse de la partition entre chaque paires de pores, *Eucidaris* à des paires de pores subconjugés, avec des paires de pores sur la membrane péristominale, qui deviennent bisériés en s'éloignant du péristome, *Tretocidaris* diffère par avoir plus d'encoches sur le pourtour du disque apical ([Smith & Kroh, echinoid directory 2016](#)).

a.1) *Cidaris sahariensis* Pomel, 1887

Pl. I. fig. a, a1, a2

Synonymie :

1885 *Cidaris sahariensis* Pomel, pl. C I, fig. 1-20.

1887 *Dorocidaris sahariensis* Pomel, p. 324-325.

1891 *Cidaris sahariensis* Pomel : Cotteau et al., 239.

2019 *Cidaris sahariensis* Pomel : Enrico & Magnani, p. 23, fig. 1.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe d'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **cd-s-1**.(Tab.1).

<i>Cidaris sahelensis</i>	D	TH	AP	P	Amb	Iamb
	43	25.2	17	11.6	6.3	20
%D		58.60	39.53	26.97	14.65	46.51

Tableau 1 Mesures biométriques de *Cidaris sahelensis*

Description :

Oursin de taille modérée, subglobuleux-cylindroïde (diamètre de la couronne est de 43 mm), déprimé au niveau de la région apicale et orale (hauteur de la couronne est de 25.2mm soit 58.60% D) avec un contour circulaire, le disque apical est absent, le diamètre du cercle apical qui correspond au diamètre du disque apical est de 17mm (39.53% du diamètre du test). Le péristome est égal à 11.6mm soit 26.97%D de forme circulaire.

Ambulacres étroits (6.3mm de large ; 14.65%D), légèrement flexueux surtout vers la face apicale pourvus d'une double rangée de très petits granules mamelonnés serrés, entre lesquels sont deux autres rangées très rapprochées, beaucoup plus petits encore et en nombre double laissant entre eux un léger sillon médian. Zone porifère déprimée en sillon assez large à deux pores séparés par une costule, les pores dans chaque sillon étant séparés par une bosselure affleurant légèrement les costules ; les pores sont de type C1 et de type C2 [Smith \(1980a\)](#) près de la zone orale, la transition entre les deux types de pores est graduelle, les deux pores sont de forme ovale presque de même taille.

Interambulacre large convexe (20mm de large ; 46.51%D) à tubercules perforés et non crénelés croissant en volume au nombre de sept à huit en chaque rangée, bien saillants, à scrobicules elliptiques profonds avec saillie concentrique vers le centre. Cercle scrobiculaire très réduit sur les plaques en contact avec le péristome et le périprocte puis réduit à une seule ligne entre les tubercules puis plus complet au fur et à mesure de la croissance des plaques interambulacraires, formé de petits tubercules mamelonnés peu serrés. Zones miliaires étroites à suture médiane bien marquée toute couverte de petits granules décroissant à partir du cercle scrobiculaire, et divisés en séries transverses par des lignes impressionnés. La zone mulaire, est un peu plus étroite du côté de l'ambulacre et bien développée de part et d'autre de la suture médiane de l'interambulacre.

II.2) Famille des Toxopneustidae

Sous-classe Euechinoidea [Bronn, 1860](#)

Infraclasse Carinacea [Kroh and Smith, 2010](#)

Ordre Camarodonta [Jackson, 1912](#)

Infraordre Echinidea [Kroh and Smith, 2010](#)

Section Odontophora (=Superfamille Odontophora [Kroh et Smith, 2010](#))

Famille Toxopneustidae [Troschel, 1872](#)

Genre *Schizechinus* [Pomel, 1869](#)

Historique :

Echinus duciei fut rapporté par Desor au genre *Psammechinus*. La profondeur des scissures branchiales, ses larges ambulacres, ses tubercules semblables en rangées verticales et horizontales sont des caractères très nets de *Schizechinus*, genre dans lequel il a été rangé par Lambert ([1907](#) ; [1908](#)) et [Stefanini, \(1908\)](#).

a) *Schizechinus* Pomel, 1869

[= *Toxophyma* Fourtau, in Lambert & Thiery, 1925, p. 573 (nomen nudum)]

Espèce type :

Anapesus tuberculatus Pomel, 1887, p. 298.

Distribution :

Du Miocène au Pliocène- Europe du sud, méditerranée, l'Afrique du nord (Smith « *The Echinoids directory* ». 04.02.2017).

Ecologie et Biogéographie :

Connu uniquement à l'état fossile, *Schizechinus* apparaît dans les eaux peu profondes, carbonatées et silico-clastiques, à travers la Méditerranée et le centre de la Paratéthys, il est commun au nord de l'Afrique, l'Arabie Saoudite jusqu'au nord de la Pologne et l'Ukraine occidentale ([Kroh, 2005](#)).

Selon [Kroh \(2005\)](#) et [Pereira \(2010\)](#), le genre *Schizechinus* semble étroitement apparenté au genre monotypique vivant *Sphaerechinus* de la Méditerranée, et l'océan Atlantique oriental.

Schizechinus est apparenté à *Toxopneustes* Agassiz, 1941 qui se rencontre dans les régions tropicales de l'Indo-Pacifique du rivage à -90 m.

Il a occupé les mêmes environnements que *Sphaerechinus Granularis* ([Roman, 1984](#) ; [Borghi, 1993](#)). Cet échinide méditerranéen qui se rencontre entre 1 et 120m de profondeur plus répandue entre 8 à 12m, il préfère les fonds fermes par exemple les endroits stabilisés par les herbiers de sables ([Riedl, 1983](#)) ou fonds peu profonds de cailloux près des côtes rocheuses ([Ernst, 1973](#)), la distribution de cet échinide n'est pas contrôlée par la profondeur des eaux, mais par la présence de substrat approprié, et plus important par la présence de macro-algues sur lesquelles l'échinide se nourrit.

a.2) *Schizechinus sahelensis*, (Pomel, 1887)

Pl. I fig. b1, b2, b3

Synonymie :

1885 *Anapesus sahelensis* Pomel, pl. C III, fig. 1-7

1887 *Anapesus sahelensis* Pomel, p.301-302.

1891 *Schizechinus sahelensis* Pomel : Cotteau et *al.*, p. 247.

1913 *Schizechinus duciei* Wright (*Echinus*) : Cottreau, p.83-84, pl.1, fig. 15-16 b.

1931 *Schizechinus sahelensis*, Pomel : Lambert, p. 44.

Matériel :

9 spécimens, de la coupe d'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **S-sah-1 - S-sah-9.** (Tab.2)

	D	TH	AP	P	Amb	lamb
S-sah-1	52	29.3	7.2	17.5	11	19.7
%D		56.34	13.84	33.65	21.15	37.88
S-sah-2	59.7	30.2	8.8	20	13	23.1
%D		50.58	14.74	33.50	21.77	38.69
S-sah-3	52	28.2	8.6	17.5	12.1	19.8
%D		54.23	16.53	33.65	23.26	38.07
S-sah-4	57.7	27.6	7.7	19.3	13.3	21.9
%D		47.83	13.34	33.44	23.05	37.95
S-sah-5	60.3	32	8.9	18.2	13.8	21.9
%D		53.06	14.76	30.18	22.88	36.31
S-sah-6	50	25.1	7.9	18.4	11.2	19.4
%D		50.2	15.8	36.8	22.4	38.8
S-sah-7	53	33.7	8.2	18.2	11.2	22.3
%D		63.58	15.47	34.34	21.13	42.07
S-sah-8	52.4	27.5	7.8	18.5	12	21.6
%D		52.48	14.94	35.30	22.90	41.22
S-sah-9	47.2	25.8	8.1	14.4	11.4	17.7
		54.66	17.16	30.50	24.15	37.5
Moyenne%D		53.75	15.17	31.65	21.78	36.36

Tableau 2: Mesures biométriques de *Schizechinus sahelensis*.

Description :

Test circulaire (diamètre entre 47.2 et 60.3mm avec une moyenne de 58.81mm) assez renflée au pourtour subhémisphérique à la partie supérieure, presque plate au niveau de la partie inférieure, la hauteur du test représente entre 47.83 à 63.58% du diamètre du test avec une moyenne de 53.75%D. Appareil apical assez développé hémicyclique avec la plaque ocellaire I et V insérées, les plaque ocellaire II, III, et IV se trouvent en position extérieur du cercle apicale le périprocte est obliquement transversal, le diamètre du disque apicale est entre (13.34 et 17.16%Dmm avec une moyenne de 15.17%D mm), (fig.22).

Les plaques génitales sont plus grosses que les plaques ocellaires perforées d'un seul pore qui est relativement petit chez les plaques ocellaires.

La madréporite saillante et bien développer est criblée de petits pores (fig.22). Ambulacres assez larges. Zones porifères droites formées de trois paires de pores disposées en arc irrégulier pour chaque plaque ambulacraire ; les paires ne se multiplient pas près du péristome. La partie de la zone laissée inoccupée par suite de l'obliquité des paires de pores montre au-dessous de l'ambitus et à l'ambitus même un tubercule secondaire qui plus haut devient un simple granule et disparaît à la partie supérieure.

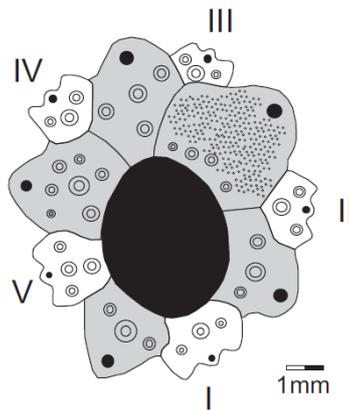


Figure 22: disque apical de *Schizechinus sahelensis* (spécimen S-sh-1).

L'ambulacre (entre 21.13 et 24.15%D avec une moyenne de 21.78%D) avec environ 27 plaques dans chaque colonne, chaque plaque comporte un seul gros tubercule imperforé et non crénelé lisse, scrobiculé avec un mamelon globulaire, et une légère bosse, et de petits tubercules internes. Chaque plaque ambulacraire montre un petit tubercule secondaire entre les sutures ambulacraires et le pore paire interne (fig. 23). Les ambulacres portent trois isopores cloisonnés, les pores dans chaque paire sont subégaux et subcirculaires ; le pore perradial montre un petit canal neural dans sa marge adorale, les pores pairs dans chaque plaque sont arqués formant une bande étroite à l'ambitus.

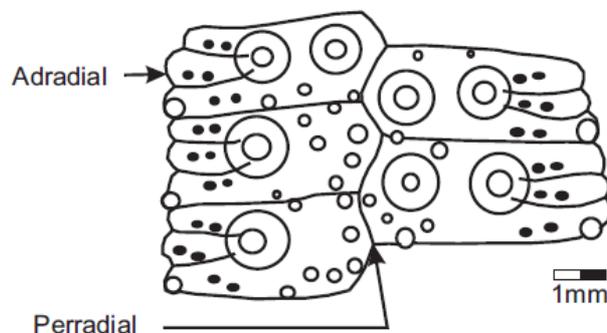


Figure 23 : Plaques ambulacraires de *Schizechinus sahelensis* (spécimen S-sh-1).

Dans chaque colonne interambulacraire (l'interambulacre représente entre 36.31 et 42.07%D avec une moyenne de 36.36%D) on dénombre 18-20 plaques, chaque plaque montre

un gros tubercule primaire non perforé et non crénelé similaire au tubercule ambulacraire primaire situé légèrement au-dessous du centre de chaque plaque (fig. 24).

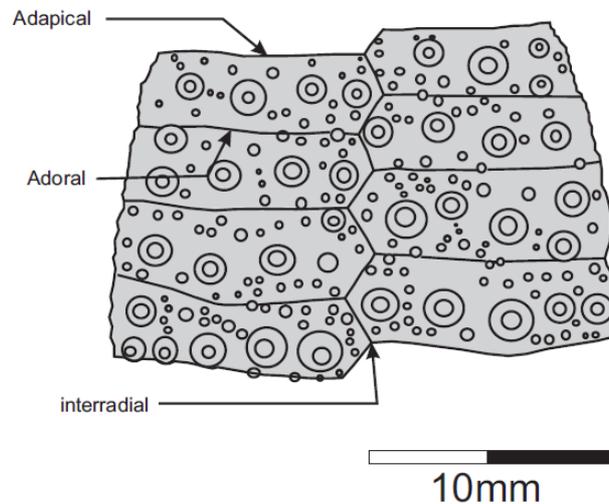


Figure 24: Plaques interambulacraires de *Schizechinus sahelensis* (spécimen S-sh-1).

Les tubercules secondaires en face des primaires sont relativement gros, les autres tubercules secondaires et milliaires sont plus petits, plus nombreux et irrégulièrement repartis entre les gros tubercules.

Le péristome est dans une légère dépression à contour circulaire (diamètre entre 30.18 et 36.8%D avec une moyenne de 31.65%D), grand avec lèvres ambulacraires plus larges que les interambulacraires et des entailles étroites assez longues et relevées sur les bords, chaque entaille est inclinée vers le centre de la colonne interambulacraire la plus proche.

La périprocte est irrégulièrement ovale sa longueur dans l'axe le plus long est d'environ 5mm. Les variations morphologiques de cette espèce sont illustrées dans la figure 26.

Remarque :

Pomel, en 1887 décrivait et figurait son *Anapesus sahelensis* pour une espèce du Sahélien des environs d'Oran. Cottreau a fait la comparaison, entre l'espèce tortonienne de Malte (Upper Coralline Limestone) et l'espèce algérienne du Sahélien d'Oran grâce à des échantillons rapportés ou communiqués de Malte, et d'autre part en étudiant des exemplaires du Sahélien d'Oran conservés à l'Ecole des Mines, il a trouvé une similitude de caractères chez les deux espèces et il a suggéré que *S. sahelensis* tombait en synonymie de *S. duciei*, Wright 1855, selon la loi de priorité disparaître de la nomenclature. Cependant le disque apical illustré par Cottreau comme étant celui de *S. duciei* n'est pas le disque apical illustré par Wright, 1855. D'autre part le spécimen de *S. duciei* figuré par le Muséum National d'Histoire Naturel sous le code MNHN.F. R62134 montre un disque apical hémicyclique avec insertion de la plaque ocellaire I. Certains spécimens récoltés dans le cadre de cette étude montrent l'insertion des

deux plaques ocellaires I et V alors que d'autres l'insertion d'une seule plaque I et des encoches péristomiales peu profondes.

D'après ces observations on peut conclure que *S. sahelensis* à disque apical hémicyclique avec l'insertion des deux ocellaires I et V et des encoches péristomiales relativement profondes alors que *S. duciei* montre l'insertion uniquement de la plaque ocellaire I avec des encoches péristomiales relativement peu profondes.

Au niveau du disque apical on a l'insertion des plaques ocellaires I et V, ce caractère semble variable du moment où il existe des spécimens avec seulement l'insertion de la plaque ocellaire I. Cette observation est faite par Kroh (2005) sur les spécimens de *Schizechinus hungaricus* (Laube, 1869) ou un seul échantillon montre l'insertion de la plaque ocellaire I seulement.

Les variations morphologiques des spécimens de *Schizechinus sahelensis* étudiés, montrent que la variation de certains caractères comme la hauteur, la largeur de l'ambulacre, et l'interambulacre sont proportionnelles aux variations du diamètre du test à l'exception du diamètre du disque apical, cela peut être expliqué par la variation de l'agencement des plaques (insertion de la plaque ocellaire V ou les deux plaques ocellaires I et V) (fig.25).

Localités : Vallée de Sidi Mediouni ; Arbal ; terrain Miocène.

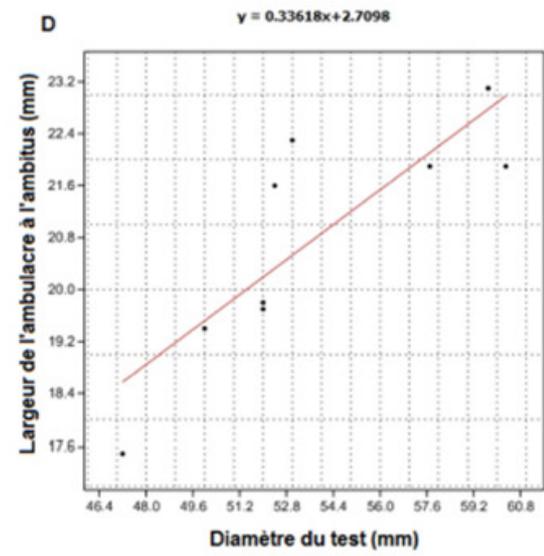
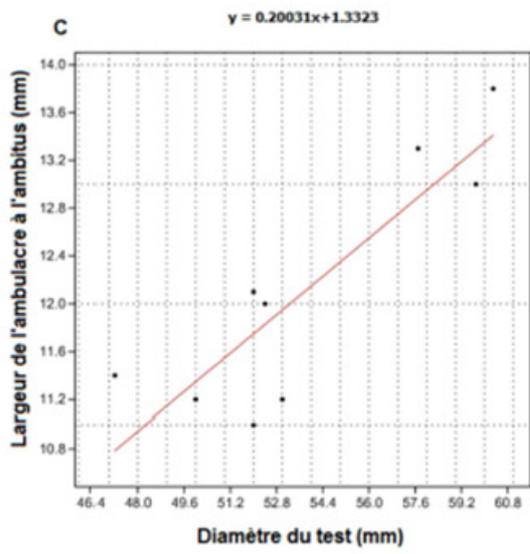
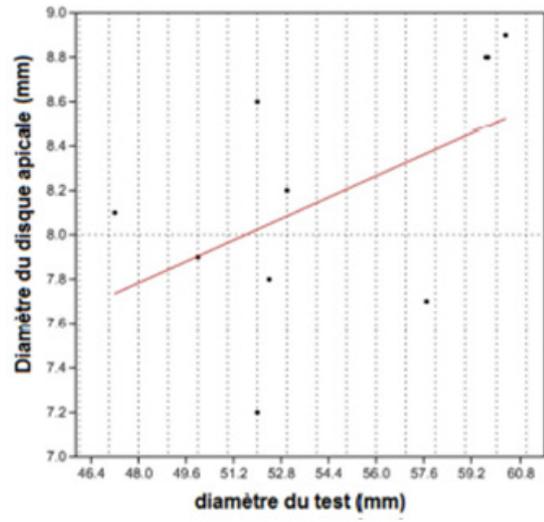
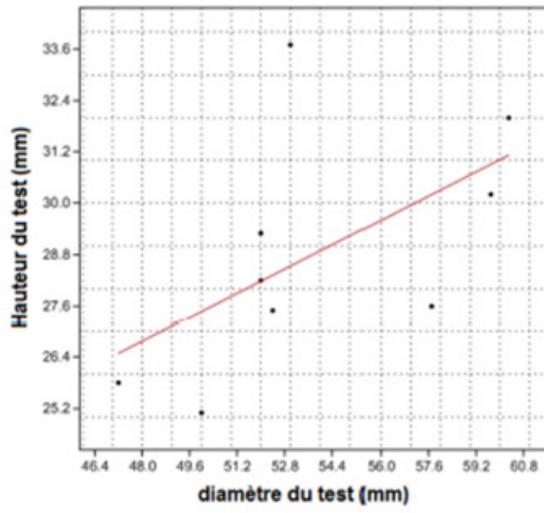


Figure 25 : variations morphologiques chez *Schizechinus saheliensis*.

b) *Oligophyma* Pomel, 1869

Oligophyma Pomel, 1869, p. 81, [?=*Taxophyma* Lambert, 1899, p. 36, espèce type *Psammechinus lyonsi* Gregory, 1898]

Espèce type :

Oligophyma oranense Pomel, 1869, par désignation subséquente de Lambert et Thiery, 1911, p. 248.

Distribution :

Miocène (Helvétien à Tortonien) d'Algérie et d'Égypte.

b.1) *Oligophyma cellense* Pomel, 1887

Pl. III, fig. a1-a6

Synonymie :

1885 *Oligophyma cellense* Pomel, pl. CX, fig. 1-7.

1887 *Oligophyma cellense* Pomel, p. 307.

1891 *Oligophyma cellense* Pomel; Cotteau *et al.*, p. 256.

Matériel :

3 spécimens, de la coupe d'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **Ol-ph-1 - Ol-ph-3**. (Tab.3)

<i>Oligophyma cellense</i>	D	TH	AP	P	Amb	lamb
Ol-ph1	28.5	15.8	7	10	7.1	10.5
%D		52.63	24.56	35.08	24.91	36.84
Ol-ph2	20.8	11	4.2	9.5	5	7.2
%D		52.88	20.19	45.67	24.03	34.61
Moyenne %D		52.75	22.37	40.37	24.47	35.72

Tableau 3: Mesures *Oligophyma cellense*

Description :

Test petit circulaire subhémisphérique (diamètre du test est entre 20.8 et 28.5mm), à surface inférieure plate légèrement déprimée autour de l'apex. Disque apical hémicyclique, seulement la plaque ocellaire I qui est insérée Les plaques ocellaires II, III, IV et V se trouvent

en position extérieure du cercle apicale (fig. 27), ce dernier correspondant à un diamètre de 4.2-7 mm soit entre 20.19 et 24.56%D avec une moyenne de 22.37%D.



Figure 26: Système apicale d'*Oligophyma* (Spécimen OI-ph-1).

Ambulacres (fig. 27) bien saillant d'une largeur entre 24.03 et 24.90%D et une moyenne de 24.47%D, simulant une carène médiane par le gonflement de leur base forme de deux rangées de tubercules primaires non perforés et non crénelés, entre lesquels des tubercules secondaires s'atténuant vers le sommet du test.

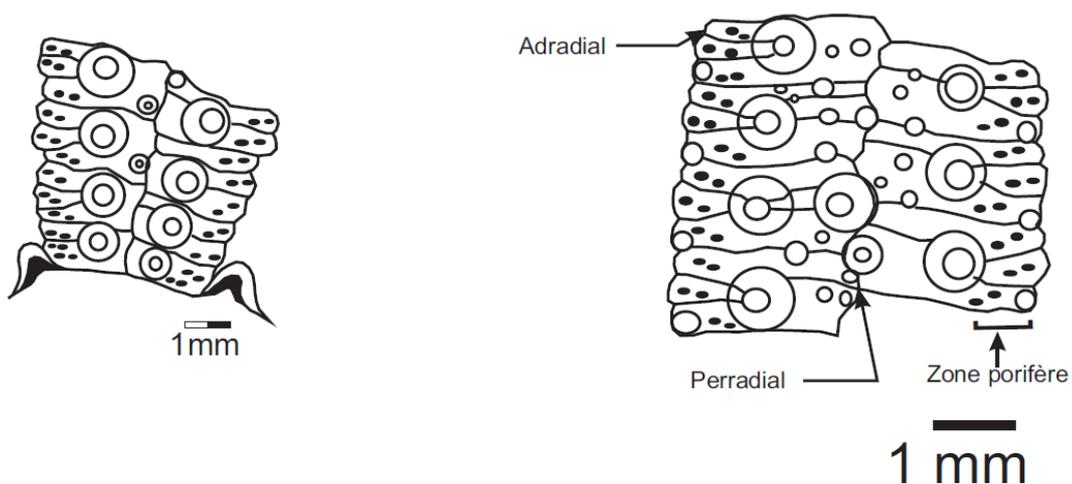


Figure 27: Plaques ambulacraires d'*Oligophyma*. (Spécimen OI-ph-1).

La zone porifère est déprimée formée de trois paires d'isopores disposés en échelon qui s'appuient sur un granule bien développé, au moins dans la région moyenne. La zone miliaire porte des granules un peu plus nombreux et plus homogènes.

L'interambulacre (fig. 28) d'une largeur entre 34.61 et 36 .84%D et une moyenne de 35.72%D porte deux rangées principales formées de tubercules primaires similaires à ceux de l'ambulacre, et deux rangées secondaires ; la rangée interne plus courte avec relativement de gros tubercules, l'externe plus longue avec de petit tubercules plus nombreux touchant à la zone porifère.



Figure 28 : Plaques interambulacraires d'*Oligophyma* (Spécimen Ol-ph-1).

Péristome assez grand (9.5- 10mm de diamètre, soit 35.8%D et 45.67%D et une moyenne de 40.37%D) avec des scissures rebordées.

Remarques :

Selon Pomel l'apparence carénée donnée à ces espèces par la saillie des rangées principales de tubercules indique une affinité avec *Stirechinus scillae* qu'augmente encore la hauteur des assules. Mais ce dernier a ses interambulacraires pourvus de granulations rapprochées et nombreuses entre les tubercules et les entailles branchiales y sont obsolètes.

Certains auteurs ([Pereira, 2010](#)) pensent que *Oligophyma* correspond à des spécimens jeunes de *Schizechinus sahelensis* à cause de sa présence en association avec ce dernier mais les caractères des ambulacres et interambulacres montrent certaines différences ainsi si on considère que *Schizechinus sahelensis* a un disque apical avec insertion de deux plaques ocellaires.

Localité : Terrain sahélien des environs de Amria (Ain Témouchent).

II.3) Famille des Parechinidae Mortensen, 1903

Infraordre Echinidea [Kroh and Smith, 2010](#)

Famille Parechinidae [Mortensen, 1903](#)

Genre : *Psammechinus* [Agassiz & Desor, 1846](#)

a) *Psammechinus* Agassiz & Desor, 1846

Espèce type :

Echinus miliaris Müller, 1771, p. 108, par désignation subséquente de Lambert & Thiery (1910) : p. 239.

Distribution :

Miocène à Récent – Atlantique est et Méditerranée (Smith “The Echinoid Directory”, 13.10.2020). Si on considère les espèces attribuées à *Psammechinus* à l’instar de *Genocidaris* Agassiz, 1869, on peut étendre sa distribution à la zone des Caraïbes et l’Australie.

Ecologie et biogéographie :

Les deux espèces existantes de *Psammechinus* sont limitées à la Méditerranée (*P. microtuberculatus* (Blainville, 1825) et à l’océan Atlantique oriental *P. miliaris* (Müller, 1771). On les rencontre le plus souvent entre 4 et 100 m de profondeur. *P. miliaris* peut également habiter les zones intertidales et *P. microtuberculatus* est plus commun dans la zone à *Zostera*. Tous deux se nourrissent d’algues et de petits invertébrés (Mortensen, 1943b : p. 134-148).

a.1) *Psammechinus dubius dubius* (Agassiz, 1840).

Planche II, fig. a1, a3

Synonymie :

- 1840b *Echinometra margaritifera* Agassiz, p. 12
- 1840b *Echinus dubius* AG. : Agassiz, p. 12
- 1846 *Echinus dubius* Agass., 1847: Agassiz & Desor, p. 369
- 1852 *Echinus dubius* Agass. 1847: d’Orbigny, p. 142
- 1852 *Echinus obliqua* Agass. : d’Orbigny, p. 142
- 1858 *Psammechinus mirabilis* : Desor, p. 120
- 1875 *Psammechinus dubius*, Agassiz :de Loriol, p. 29-30, pl. 2, figs 6-7
- 1896 *Psammechinus dubius*, Agassiz : de Loriol, p. 6-8, pl. 1, figs 6-9
- 1896 *Arbacina mutellaensis*, P. De Loriol, 1896 : de Loriol, p. 8, pl. 1, fig. 10
- 1904 *Arbacina mutellensis* : Dollfus et al., p. 16, 25
- 1907b *Psammechinus dubius* Agassiz, 1846 : Lambert, p. 69-71, pl. 5, figs. 2-4
- 1911 *Psammechinus dubius* Agassiz, 1846 : Lambert, p. 33-35, pl. 2, figs 6-8, 12
- 1912 *Psammechinus extraalpinus* Schaff. : Schaffer, p. 187, pl. 59, figs 7-10
- 1913 *Psammechinus extraalpinus* Schaff. : Schaffer, p. 10, 84-85, 154-155, pl. 10, figs 7-8
- 1915 *Psammechinus dubius* AG. : Vadasz, p. 32
- 1920 *Psammechinus dubius*, Agassiz, 1846 : Fourtau, p. 13-14
- 1928 *Psammechinus dubius* Agassiz, 1846 : Lambert, p. 8
- 1950 *Arbacina mutellensis* : Choffat, p. 104
- 1956 *Arbacina mutellensis* :Cotter, p. 135
- 1961 *Psammechinus dubius* Agassiz : Ferreira, p. 533-534, pl. 3, figs 4, 16, 19, 21; pl. 4, fig. 26 ; pl. 5, fig. 31
- 1961 *Arbacina mutellensis* P. De Loriol : Ferreira, p. 534-535, pl. 1, fig. 4
- 1963 *Arbacina mutellensis* : Zbyszewski, p. 28
- 1970 *Psammechinus dubius* (Agassiz) : Montenat et Roman, p. 99, pl. A, fig. 2
- 1971 *Psammechinus* (?) *extraalpinus* Schaffer : Steininger, p. 593-594, pl. 1, figs 3-4
- 1975 *Psammechinus dubius* Agassiz : Kotchetoff et al., p. 65
- 1984 *Psammechinus dubius* (Agassiz, 1840) : Philippe, p. 87, pl. 5, figs 17-18
- 1992 *Psammechinus dubius* (Agassiz) : Blondel et Philippe, p. 438, p. 440, pl. 1, fig. 4
- 1995 *Psammechinus dubius* (Agassiz) : Roman et Lachkhem, p. 455-457, pl. 1, figs 7, 11-14
- 1998 *Psammechinus dubius* (Agassiz, 1840) : Philippe, p. 65-67, pl. 8, figs 5-8

2003b *Psammechinus dubius* (L. Agassiz, 1840) : Kroh, p. 249

2005 *Psammechinus dubius dubius* (Agassiz, 1840) : Kroh, p. 25-26, pl. 14, figs 1-4

2006 *Psammechinus dubius dubius* (Agassiz 1840) : Kroh et Menkveld-Gfeller: p. 4-5, figs 3-4.

2010 *Psammechinus dubius dubius* (Agassiz 1840) : Pereira, p. 30, pl. 1, fig. 4 ; pl. 3, figs 1- 3

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe d'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **Ps-du-1**. (Tab.4).

	D	TH	AP	P	Amb	lamb
<i>Psammechinus dubius dubius</i>	13.3	6.35	3	5.6	2.7	4.65
%D		47.74	22.55	46.10	20.30	34.36

Tableau 4 : Mesures biométriques de *Psammechinus dubius dubius*. (Spécimen ; Ps-du-1).

Description :

Test de petite à moyenne taille (diamètre du test est de 13.3mm) à contour circulaire, latéralement, le test est bombé avec un ambitus enflé ; la hauteur du test représente 47.74%D.

Système apical : Le disque apical est absent. Le diamètre de la zone apicale est de 22.55%D % ; n = 1.

Ambulacres : Les zones ambulacraires sont de 20.30%D. Chaque plaque porte, un grand tubercule marginal imperforé non crénelé, avec une bosse distincte et un mamelon globulaire légèrement décalé au-dessous de son centre ; les plus gros tubercules se trouvent à l'ambitus. Chaque plaque porte également un tubercule interne secondaire élargi (ambitalement), avec un autre tubercule secondaire entre le tubercule primaire et la paire de pores centrale et un petit tubercule entre la troisième paire de pores et la suture adambulacraire. Chaque plaque porte plusieurs tubercules plus petits remplissant la zone perradial, l'adambulacre et la zone adapical des marges des plaques.

Chaque plaque ambulacraire porte trois isopores légèrement obliques disposées en arcs ; la cloison interporale est à peu près aussi large qu'un seul pore ; les pores perradiaux portent un petit canal neural dans leur marge adorable.

Interambulacre : Les zones interambulacraires sont de 34.96%D, chaque plaque interambulacraire porte un gros tubercule imperforé et non crénelé et un tubercule secondaire élargi de chaque côté du principal ; à l'ambitus, il peut y avoir une deuxième rangée de tubercules secondaires élargis sur le côté adradial du tubercule primaire. De plus, chaque plaque porte plusieurs petits tubercules ; deux d'entre eux sont toujours au-dessus du tubercule primaire.

Péristome : Le péristome se trouve au centre de la face orale ; il est de contour circulaire, de discrètes encoches buccales arrondies. Le péristome représente 42.10 % du diamètre de test.

Localité : Région de Oued-Ameria (Ain Témouchent).

II.4) Famille des Echinolampadidae

Irregularia Latreille, 1825

Neognathostomata Smith, 1981

Groupe Couronne Neognathostomata, Kroh et Smith, 2010

Ordre Echinolampadoida Kroh and Smith, 2010

Famille Echinolampadidae Gray, 1851

Genre : *Echinolampas* Gray, 1825

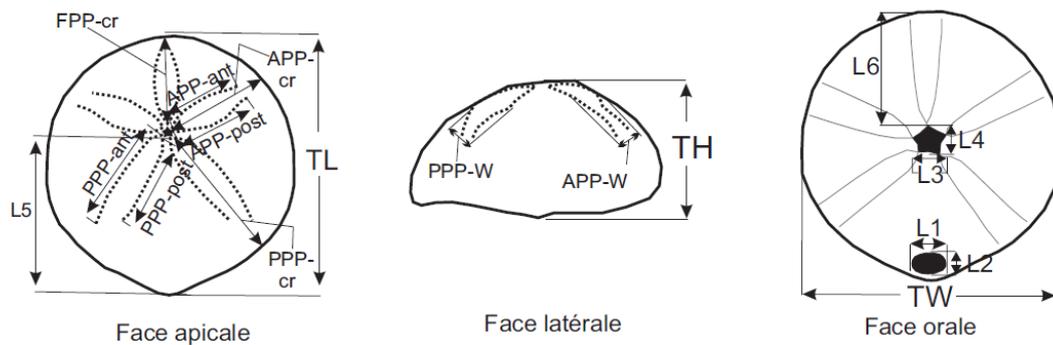


Figure 29. variables utilisées pour l'étude des Cassiduloides TL- longueur du test ; TH- hauteur du test ; TW- largeur du test ; APP- pair de pétales antérieurs ; PPP- pair de pétales postérieurs ; cr- rayon du test correspondant, ant- longueur des colonnes des pores pairs antérieurs ; post- longueur des colonnes des pores pairs postérieurs ; PPP-W largeur des pairs de pétales postérieurs ; APP-W largeur des pairs de pétales antérieurs ; FPP pétale frontale ; L1 largeur du péristome ; L2 longueur du péristome ; L3 largeur du périprocte ; L4 longueur du périprocte ; L5 distance de l'apex de la marge postérieur du test ; L6 distance du péristome de la marge antérieure du test.

a) *Echinolampas* Gray, 1825, p. 429

[=*Aplolampas* Gray, 1825, p. 62, espèce type *Echinolampas monteivalensis* Schauroth, 1865; =*Craterolampas* Cotteau, 1891, p. 186, espèce type *Echinolampas raulini* Cotteau, 1863; =*Cylindrolampas* Lambert, 1918, p. 44, espèce type *Echinolampas subcylindrica* Desor 1852; =*Cypholampas* Lambert, 1906, p. 33, espèce type *Clypeaster stelliferus* Lamarck, 1816; =*Euechinolampas* Pomel, 1887, p. 127, espèce type *Echinolampas florescens* Pomel, 1887; =*Isolampas* Lambert, 1906, p. 33, espèce type *Echinolampas goujoni* Pomel, 1888; =*Macrolampas* Pomel, 1883, p. 33, espèce type *Clypeaster hemisphericus* Lamarck, 1916; =*Merolampas* Pomel, 1883, p. 63, espèce type *Echinolampas mattseeensis* Quenstedt, 1875; =*Microlampas* Cotteau, 1887, p. 643(101), espèce type *Microlampas conicus* Cotteau, 1887;

=*Miolampas* Pomel, 1883, p. 62, espèce type *Echinolampas depressa* Gray, 1851;
=*Oeidolampas* Lambert, 1918, p. 44, espèce type *Echinolampas ataxensis* Cotteau, 1889;
=*Palaeolampas* Bell, 1880, p. 43, espèce type *Palaeolampas crassa* Bell, 1880; =*Planilampas*
Mortensen, 1948, p. 297, espèce type *Echinolampas sternopetala* Agassiz & Clark, 1907;
=*Politolampas* Lambert, 1918, p. 45, espèce type *Clypeaster politus* Lamarck, 1816;
=*Progonolampas* Bittner, 1892, p. 357, espèce type *Progonolampas novae-hollandiae* Bittner,
1892; =*Psammolampas* Lambert, 1913, p. 136, espèce type *Echinolampas scutiformis* Des
Moulins, 1837; =*Sphelatus* Pomel, 1883, p. 54, espèce type *Caratomus lehoni* Cotteau, 1880].

Espèce type :

[=*Echinanthus ovatus* Leske, 1778, p. 127 ; par désignation subséquente de Pomel,
1883, p. 62. (Voir Lambert 1918, p. 37).

Distribution :

Eocène à l'actuel, distribution à travers le monde entier. Le genre *Echinolampas* connu depuis l'Eocène compte plus de 285 espèces [Roman \(1965\)](#), il est l'un des groupes les plus caractéristiques par leur extension et leur homogénéité, avec un nombre élevé d'espèces et une grande variabilité morphologique ce qui rend la tentative de leur classification une tâche fastidieuse.

La répartition géographique est très étendue : mondiale, intertropicale ([Roman, 1965](#)). Les travaux principaux concernant ce genre remontent à [Cotteau \(1889-1894\)](#) ; [Lambert \(1910\)](#) ; [Mortensen \(1948\)](#) ; [Roman \(1965\)](#) ; [Philippe \(1998\)](#) ; [Kroh \(2005\)](#) ; [Pereira \(2010\)](#). Les conditions de vie des *Echinolampas* sont relativement contraintes ce qui leur confère une grande importance paléoécologique.

Ecologie et biogéographie :

Echinolampas comporte dix espèces actuelles, huit réparties depuis la mer Rouge jusqu'à l'océan Indien et pacifique et deux espèces africaines sur les côtes de l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique du Sud [Schultz \(2017\)](#).

Les populations d'*Echinolampas crassa* présentent la plus grande extension connue dans le Sud et vers l'Ouest à « false Bay » (près du Cape Town, Sud Afrique) ([Thum et Allen, 1975](#)), et elle est absente sur les côtes atlantiques du Sud Afrique. Venant du nord la distribution limite d'*Echinolampas* se termine à l'île du Cap Vert, où *E. rangii* prend le relais. La population d'*E. crassa* apparaît à une profondeur entre 12 et 24m ([Cram, 1971](#) ; [Thum et Allen, 1975, 1976](#)). L'animal est complètement enfoui 3 à 5 cm au-dessus de l'apex. Le substrat est formé par des graviers coquilliers constitué de fragment de test de balanus, test de mollusques et d'épines d'oursins. Le contenu en carbonates se situe entre 75 et 95% ([Kroh, 2005](#)). Selon les résultats obtenus par l'échantillonnage répété durant 13 mois dans les années 1973-74 par [Thum et Allen \(1975\)](#) *E. crassa* montre une préférence pour les pentes ondulées et un évitement pour les fossés.

Les études effectuées par (Thum et Allen, 1976) sur la température près des côtes à 3m de profondeur montre un intervalle entre 13° et 19°, la température sur le fond marin mesuré à 15m de profondeur est de 11° à 17°. Pour la taille des particules entre les substrats, les échantillons montrent une préférence significative des particules entre 1 à 2 mm Thum et Allen (1976: 31) suggère que la préférence de la taille de ses particules pour se nourrir explique l'évitement des fossés des rides.

McNamara et Phillip (1980c : 11-12, fig. 6) suggère que certain espèces d'*Echinolampas* peuvent avoir la même orientation dans les sédiments que *Rhyncolampas pacificus* (Agassiz, 1873 : 555), enfoui dans le sédiment jusqu'à la pointe des pétales résultant d'une position inclinée due à la différence de longueur entre les pétales antérieurs et postérieurs.

a.1) *Echinolampas abbreviata* Pomel, 1887

Pl. IV, fig. a1, a2, a3

Synonymie :

1885 *Echinolampas curtus* Pomel : pl. B. IX, fig. 1 a, b, c, d.

1887 *Echinolampas abbreviatus* Pomel : p.138-139.

1891 *Echinolampas abbreviatus* Pomel : Cotteau *et al.*, fasc. X, p. 157.

1965 *Echinolampas curta*: Roman : p. 265.

Matériel :

Un seul spécimen de la coupe de Ben Abdelmalek Ramdane (ex Ouillis) déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **E-ab-1**. (Tab.5).

E-ab		%TL
TL	70.7	
TW	71	100.42
TH	28	36.60
L1	8.4	11.88
L2	3	4.24
L3	8.5	12.02
L4	3.6	5.09
L5	30.4	43.14
L6	32.3	45.68
APP-ant	30.9	43.70
APP-post	33.9	47.94
PPP-ant	37.2	52.61
PPP-post	31.8	44.97
APP-cr	38.8	54.87
PPP-cr	48.2	68.17
APP-w	7.2	10.18
PPP-w	8.2	11.59
FPP-cr	39.8	56.29

Tableau 5: mesures biométrique d'*Echinolampas abbreviata*.

Description :

Oursin de moyenne taille à contour subcirculaire (la longueur représente 100.42 %de la largeur), un peu rétréci en arrière et sensiblement rostré, la largeur maximale en avant du système apical. Face supérieure convexe subconique plus arrondie à l'avant plus longuement déclive en arrière, la hauteur maximale coïncide avec la position du système apical la (hauteur représente 36.60%TL).

Face inférieure concave pulvinée sur les côtés antérieurs et latéraux, ondulée en arrière au points de passage des ambulacres. Apex petit presque à fleur à 4 pores génitaux assez fortement excentrique vers l'avant du test (43.14% TL).

Au niveau de la région apicale les ambulacres sont pétaloïdes longs, étroits, s'effaçant vers le haut en petites côtes à fleur du test, un peu fermés dans leur partie distale avant leur terminaison pour se ré-ouvrant immédiatement après, les pétales antérieurs sont larges de (7.2mm soit 10.18%TL), moins large que le pétale frontal qui est de 8.55mm (soit 12.09 %TL), et les pétales postérieurs qui sont larges de 8.2mm (11.59%TL). Zones porifères étroites avec des anisopores conjugués par un sillon ; les pairs postérieurs un peu arquées en arrière, les autres sont sensiblement droites. Le pétale frontal s'étend à environ 84.17% du rayon correspondant, les pétales antérieurs représentent 84.37% du rayon correspondant et dont la zone porifère antérieur représente 92% du postérieur. Les pétales postérieurs représentent 65.79% du rayon correspondant avec la zone porifère antérieur qui représente 91.15% du postérieur. Péristome un peu excentrique en avant subpentagonal transverse (10% TL) avec floscèle très superficiel mais bien marqué. Périprocte elliptique transverse L1 =11.88% TL tout

à fait infra-marginal. Tubercules de la face apicale petits peu serrés, ceux des ambulacres formant quatre rangées verticales entre les zones porifères ; ceux de la face orale, plus gros fortement scrobiculés surtout près du bord peristome pentagonal représentant 12.02%TL

Localité :

Terrains du Miocène inférieur de Ben Abdelmalek Ramdane-plage.

a.2) *Echinolampas clauda* Pomel, 1887

Pl. IV, fig. b1, b2, b3

Synonymie

1885 *Echinolampas claudus* pomel, pl. B VIII, fig. 3a b c d.

1887 *Echinolampas claudus* pomel : p. 145-146.

1891 *Echinolampas clauda* Pomel : Cotteau, et *al.*, p. 158.

1965 *Echinolampas clauda* : Roman, p. 274.

1965 *Psammolampas clauda* : Roman, p. 274.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe de Ben Abdelmalek Ramdane (ex Ouillis) déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **E-cl-1**. (Tab.6).

E-claudus		%TL
TL	36	
TW	30.1	83.61
TH	21.2	58.88
L1	5.5	15.27
L2	3.5	9.72
L3	3.6	10
L4	3.8	10.55
L5	13.6	37.77
L6	15.9	44.16
APP-ant	9.2	25.55
APP-post	12.7	35.27
PPP-ant	16.5	45.83
PPP-post	11	30.55
APP-cr	20.7	57.5
PPP-cr	25	69.44
APP-w	3.9	10.8
PPP-w	6.7	18.61
FPP-cr	19	52.77

Tableau 6: Mesures biométriques d'*Echinolampas claudus*.

Description :

Petit oursin oblong, (la largeur représente 83.61%TL), un peu plus étroit et arrondi en avant, atténué brièvement à l'arrière presque rostré, allongé suivant l'axe antéro-postérieur sa hauteur représente 58.88%TL. La face supérieure est convexe, très épaisse sur les bords ; face inférieure concave, fortement pulvinée sur les côtés et sur la partie antérieure, ondulée à l'arrière aux points de passage des ambulacres. Apex un peu excentrique en avant, 37.77%TL en petit bouton saillant avec 4 pores génitaux. Pétales à peine en côtes par une légère dépression des zones porifères très étroite, les antérieurs représentent 44.44% du rayon correspondant. L'ambulacre impair un peu irrégulier, à zone droite ayant 34 paires d'anisopores, les pétales paires antérieur étant moins serrées en s'éloignant de l'apex, dont la largeur représente 3.9mm (soit 10.8%TL), moins larges des pétales postérieurs ; dont la largeur est de 6.7mm (18.61%TL) et aussi large que le pétale impair (20.83%TL). Les pétales pairs, dont les antérieurs représentent 76.63% du rayon correspondant, sont fortement arqués vers l'avant et les postérieurs qui représente 70.33% du rayon correspondant sont arqués vers l'arrière et ne descendent pas sur les côtés.

Péristome un peu excentrique en avant (44.14%TL), assez enfoncé, petit pentagonal un peu transverse à sinus assez marquée, avec des phyllodes étroits un peu déprimés, avec bourrelets bien développés. Périprocte petit, elliptique en travers (15.27%TL), un peu déprimé au bord antérieur, infra-marginal, mais regardant un peu en arrière par suite de la convexité de la face inférieure. Tubercules très petits, assez serrés sur la face apicale, ceux des pétales forment 3 à 4 rangées verticales irrégulières, ceux de la face orale plus fortement scrobiculés, un peu plus gros et plus serrées sauf autour du péristome.

Localité :

Terrains du Miocène inférieur de Ben Abdelmalek Ramdane-plage

a.3) *Echinolampas hemisphaerica* (Lamarck, 1816)

Pl. V. Fig, a1, a2, a3

Synonymie:

- 1816 *Clypeaster hemisphaericus* Lamarck, t. 3, p. 16.
- 1829 *Clypeaster Linkii* nobis Goldfuss, p.133, pl. 42, fig. 4.
- 1836 *Clypeaster hemisphaericus* – Lamarck: Grateloup, p.146-147.
- 1837 *Echinolampas hemisphaericus* Ag: Agassiz, p. 280.
- 1837 *Echinolampas Linkii* Ag: Agassiz., p. 280.
- 1840 *Clypeaster hemisphaericus* Lamarck: Dujardin in Lamarck, p. 293.
- 1847a *Echinolampas hemisphaericus* Agass: Agassiz et Desor, p. 165.
- 1847a *Echinolampas Linkii* Agass: Agassiz et Desor, p. 166.
- 1856 *Echinolampas hemisphaericus*, Agassiz, 1836: Leymerie et Cotteau, p. 335.
- 1857 *Echinolampas hemisphaericus*, Ag: Pictet, p. 210.
- 1857 *Echinolampas Linkii*, Ag: Pictet, p. 210.
- 1858 *Echinolampas hemisphaericus*, Agassiz: Dessor, p. 307.
- 1858 *Echinolampas Linkii* Agass: Dessor, p. 309.
- 1869 *Echinolampas hemisphaericus* Lamarck (*Clypeaster*) – Des Moulins, p. 315.

- 1871 *Echinolampas hemisphaericus* Lamarck. Varietas *Linkii* Goldfuss: Laube, p. 65-66, pl. 18 fig. 3.
- 1871 *Echinolampas hemisphaericus* Lamarck. Varietas *Rhodensis* Laube: Laube, p. 65-66, pl. 18 fig. 2.
- 1883 *Paleolampas linkii*: Pomel, p. 62.
- 1883 *Paleolampas hemisphaericus* : Pomel, p. 62.
- 1887 *Echinolampas subhemisphaericus*: Pomel, p.166-167, pl. B VII bis, fig. 1-3.
- 1891 *Echinolampas hemisphaericus* (Lamarck), 1816 – Gregory, 605-606.
- 1896 *Echinolampas hemisphaericus*, Agassiz (Lamarck) : de Loriol., p. 37-40, pl. 11, fig. 3 pl. 11 fig. 4
- 1896 *Echinolampas hemisphaericus*, Agassiz (Lamarck) var. *maxima*: de Loriol, p. 40, pl. 12, fig. 1.
- 1904 *Echinolampas hemisphaericus* Ag. Dollfus *et al.*, p. 7.
- 1913 *Echinolampas hemisphaericus* - (Lamarck): Lambert p. 143-147, pl. 11 fig. 1-2, figs 1, 8.
- 1915 *Echinolampas hemisphaericus* Lam. Sp: Vadasz, p. 206-209, fig. 94.
- 1915 *Echinolampas angustipetalus n. sp.* Vadasz, p. 215, fig. 101 ; pl. 10(4), fig. 4.
- 1920 *Echinolampas hemisphaericus*, Lamarck 1816 : Fourteau, p. 67-68, pl. 9, fig. 2, pl. 12, figs 1-2.
- 1927 *Echinolampas hemisphaericus* Lamarck : Lambert, p. 117-119.
- 1953 *Echinolampas hemisphaericus* (Lamarck) : Szorenyi, p. 34, 84-85, pl. 3 figs 2, 2a-b.
- 1956 *Echinolampas hemisphaericus* AG : Cotter, p. 60, 68.
- 1957 *Echinolampas hemisphaericus* AG.: Zbyszewski, P. 188.
- 1961 *Echinolampas hemisphaericus* Agassiz: Ferreira, P. 550, pl. 8, fig.s 49, 53.
- 1961 *Echinolampas* aff. *Lovisatoi* (Cotteau): Ferreira, P. 550, pl. 8, figs. 51.
- 1965 *Echinolampas hemisphaerica* Lamarck 1816: Roman, p. 283.
- 1965 *Echinolampas hemisphaericus* AG: Zbyszewski, P. 44.
- 1967 *Echinolampas hemisphaericus* AG: Zbyszewski, P. 55, 60, 94.
- 1969 *Echinolampas lecointrae* Lambert: Mitrovic- Petrovic, p.122, pl. 2, fig. 1.
- 1969 *Echinolampas italicus* [sic] Lambert: Mitrovic-Petrovic, p.123, pl. 2, fig. 2.
- 1969 *Echinolampas wright* Gregory: Mitrovic-Petrovic, p.123, pl. 2, fig. 2.
- 1970 *Echinolampas hemisphaerica* (Lamarck) : Montenat et Roman, p. 116-117.
- 1974 *Echinolampas (Echinolampas) hemisphaerica* (Lamarck) 1816 : Chavanon, vol. 1, p. 184-186 ; vol. 2, 147-148, figs 12-16 ; pl. 12, fig. 7.
- 1975 *Echinolampas hemisphaericus* Agassiz : Kotchetoff *et al.*, p. 67.
- 1976 *Echinolampas hemisphaericus* A.: Zbyszewski, P. 44.
- 1980 *Echinolampas hemisphaerica* (Lamarck): Challis, P.1 49-152 - pl. 49; pl. 50, fig. a; pl. 51.
- 1995 *Echinolampas* aff. *hemisphaerica* (Lamarck, 1816) : Lachkhem et Roman, p. 252-253.
- 1997 *Echinolampas laurillardii* Agassiz : Majcen *et al.*, p. 106, pl. 5, fig. 1.
- 1998 *Echinolampas hemisphaerica* (Lamarck, 1816) : Philippe, p. 86-90, pl. 17, figs 4, 6-8.
- 2005 *Echinolampas hemisphaerica* (Lamarck, 1816) : Kroh, p. 110-113, figs 43.2, 44-45 ; pl. 51, figs 1-2.
- 2010 *Echinolampas (Echinolampas) hemisphaerica* (Lamarck, 1816) : Pereira, p 51, pl. 13 ; pl.

14, figs 1-2

Matériel :

5 spécimens, de la coupe d'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : ECHP-1- ECHP-5. (Tab.7).

	TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	APP- ant	APP- post	PPP- ant	PPP- post	APP- cr	APP- w	PPP- cr	PPP- w	FPP- cr
ECHP-1	61	60.3	23.5	6.2	4	7.9	4.5	32.5	25	16.2	23.5	27.4	27	36.5	8	37.7	9.9	18
%TL		98.85	38.52	10.16	6.55	12.95	7.37	53.27	40.98	26.55	38.52	44.91	44.26	59.83	13.11	61.80	16.23	51.42
ECHP-2	62	59.1	30	6.8	4	8.4	5.8	34.8	27.7	16.9	23.4	24.5	22.7	39	7.7	36	9	18.5
%TL		95.32	48.38	10.96	6.45	13.54	9.35	56.12	44.67	27.25	37.74	39.51	36.61	62.90	12.41	58.06	14.51	52.55
ECHP-3	66.3	61	30.3	6.7	4.4	8.7	6	36	27	16	27	28.3	27	40.2	8	36.5	9.2	18
%TL		92	45.70	10.10	6.63	13.12	9.05	54.29	40.72	24.13	40.72	42.68	40.72	60.63	12.06	55.05	13.87	50.84
ECHP-4	64.7	59	30	6.7	5.6	8	5.5	34.3	26	20.8	27	23.3	22	40	8	37.6	8.6	21
%TL		91.19	46.36	10.35	8.65	12.36	8.50	53.01	40.18	32.14	41.73	36.01	34	61.82	12.36	58.11	13.29	56.75
ECHP-5	48.8	44	22.5	6.3	3.5	?	?	27	20	12.3	15.5	19.8	19	30.9	6	20.3	6.6	11
%TL		90.16	46.10	12.91	7.17	?	?	55.32	40.98	25.20	31.76	40.57	38.93	63.32	12.29	41.59	13.52	40.74
Moyenne		93.50	45.01	10.89	7.09	12.99	8.56	54.40	41.50	27.05	38.09	40.73	38.90	61.7	12.45	54.52	14.28	50.46
MoyenneTL	60.56																	

Tableau 7: Mesures biométriques d'*Echinolampas hemisphaerica*.

Description :

Test assez grand, à contours sub-pentagonales allongé selon l'axe antéropostérieur. La marge antérieure est arrondie, la postérieure est légèrement rostrée. La largeur maximale du test se situe entre 90.16 à 98.85 % (moyenne de 93.50%TL ; n = 5) de la longueur totale, sa hauteur se situe entre 38.52 à 48.38 % (moyenne de 45.01%TL) de la longueur du test. L'ambitus est rond pulviné. La face orale est légèrement concave vers le péristome, disque apicale monobasale avec 4 pores génitaux situés sur les angles de la madréporite de forme pentagonale légèrement excentrique vers la partie antérieure du test L5 se situe entre 53.01 et 56.12 (moyenne 54.40%TL ; n = 5).

Sur la face apicale les ambulacres pétaoloïdes modérément larges, droits se referment un peu au niveau de la partie distale mais s'ouvrant rapidement après. La largeur des pétales pairs antérieurs représente 12.06 à 13.11%TL (moyenne 11.2%TL ; n = 5) de la longueur totale du test un peu épais que le pétale impair qui représente 8 à 10%. Les zones porifères Ib, IIa, IIIa, IVb et Va sont distinctement arquées, les autres zones porifères sont plus ou moins droites, le pétale frontal s'étend à environ 40.74 à 56.75% (moyenne de 50.46% ; n = 5) du rayon du test correspondant, les antérieurs 50.15 à 64.04% (moyenne 61.73% n = 5) et les postérieurs 72.67 à 97.54% (moyenne de 74.70% ; n = 5).

Les paires de pores sont légèrement obliques, conjugués par un sillon formant deux anisopores ; le pore perradial dans chaque pair est rond, le pore adradial est allongé les deux pores sont connectés par un étroit sillon. La zone interporifère à l'intérieur des pétales est légèrement enflée, les zones porifères sont légèrement déprimées.

Sur la face orale les ambulacres sont légèrement déprimés portant de petits unipores, à l'approche du péristome la zone ambulacraire forme des phyllodes modérément déprimés constitués par deux séries d'unipores (Fig.30).

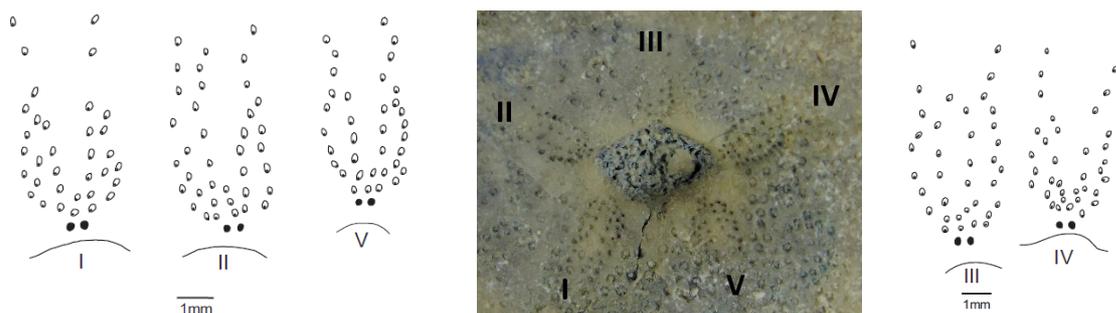


Figure 30: Allure des phyllodes d'*Echinolampas hemispherica*

La densité des tubercules des interambulacres postérieur de La face apicale est de 122 à 180 sur la face orale elle représente 60 à 80 tubercules/ cm².

Sur la face apicale les interambulacres sont légèrement enflés entres les pétales, et sur la surface orale illes sont couverts de petits tubercules perforé et crénelés, avec des aréoles profondes, l'espace entre les aréoles est finement granulé. La densité des tubercules sur les

interambulacres de la face apicale augmente près du disque apical et décroît vers la marge du test.

Péristome subpentagonal allongé transversalement sa largeur représente 12 % de la longueur du test sa longueur est de 8%. La distance du péristome du bord antérieur du test L6 représente entre 40.18 et 44.67% de la longueur du test avec une moyenne de 41.50%TL n = 5.

Périprocte inframarginale dans l'interambulacre 5 il est large, ovale et allongé transversalement, la largeur du périprocte représente 12.36 à 13.54 %TL (moyenne 12.99%TL ; n = 4), sa longueur représente 7.37 à 9.35%TL (moyenne 8.56%TL ; n= 4).

Discussion :

Roman (1965 :283-284) a introduit les espèces suivant comme synonyme *E. hemisphaerica*. *E. linkii* (Goldfuss 1826), *E. hemisphaerica* var. *rhodensis* Laube, 1896a ; *E. subhemisphaerica* Pomel 1887, *E. pomeli* Peron et Gauthier, 1891 ; *E. deyderi* Lambert 1913, var. *cirenaica* Desio 1929, var. *bardiensis* Desio 1929, et probablement, var. *cubensis* Palmer in Sanchez Roig, 1949. Sans présenter d'argument pour cette synonymie. Comme sous espèce Roman (1965) a considéré *E. sayni* Lambert 1913 comme sous-espèce d'*E. hemisphaerica*.

Philippe (1998 :86-90) a décrit ces espèces en détail donnant ainsi une large synonymie dans laquelle il a inclut *E. sayni*.

En se basant sur des études biométriques et des analyses statistiques Néraudeau et al. (1999) a considéré *E. rangii* comme synonyme d'*E. Subhemisphaerica*, sans avancer d'arguments.

Kroh (2005 :110-113) a présenté une description complète de ces espèces avec une large synonymie et une révision de tous les *Echinolampas* signalé auparavant dans la Paratéthys. Il a aussi montré que d'*E. subhemisphaerica* et *E. sayni* sont deux espèces discrètes. Selon la description de Pomel, l'*E. subhemisphaerica* représente presque tous les caractères de *E. hemisphaerica* et donc synonyme de cette dernière.

a.4) *Echinolampas costata* Pomel, 1887

Pl. VI, fig. a1, a2, a3

Synonymie :

1870 *Echinolampas hayesianus* Nicaise. .

1885 *Echinolampas costatus* Pomel, pl. B VIII bis, fig. 1-3.

1887 *Echinolampas costatus* Pomel, p. 140-141.

1891 *Echinolampas hayesiana* Pomel : Cotteau, et al., p. 152.

1891 *Echinolampas costata* Pomel : Cotteau, p. 153.

Matériel :

6 spécimens, de la coupe de Jdiouia déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : ECOST-1-. ECOST-6. (Tab.8)

	TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	APP- ant	APP- post	PPP- ant	PPP- post	APP- cr	PPP- cr	APP- w	PPP- w	APP- cr	PPP- cr
ECOST-1	75	71.9	36	12.3	5	?	?	?	?	24	28	26	27.3	42	45	9.5	9.8	41.5	41.5
%TL		95.86	48	16.4	6.66	?	?	?	?	32	37.33	34.66	36.4	56	60	12.66	13.06	48.19	48.19
ECOST-2	62	57.5	33.5	10	5	8	5	31	27.2	21	24	22	24.2	34.5	37.4	7	8.2	39.7	39.7
%TL		92.74	54.03	16.1	8.06	12.90	8.06	50	43.87	33.87	38.71	35.48	39.03	55.64	60.32	11.29	13.22	60.45	60.45
ECOST-3	63.7	63	35.2	10.7	6.3	7.7	4.5	34	27.5	22.9	?	21.8	25.3	38.8	41	9	9.1	39	39
%TL		98.90	52.11	16.79	9.89	12.08	11.77	53.37	43.87	35.95	?	34.22	39.71	60.91	64.36	14.12	14.28	51.12	51.12
ECOST-4	69.8	63.6	33	?	?	?	?	?	?	20	24	23	22	36	39.5	7.6	8.6	?	?
%TL		91.11	47.27	?	?	?	?	?	?	28.65	34.38	32.95	31.51	51.57	56.59	10.74	12.32	?	?
ECOST-5	51.6	47.7	25	?	?	?	?	?	?	13.6	15	19	20	27	28.8	6.2	6.4	26	26
%TL		92.44	48.45	?	?	?	?	?	?	26.35	29.07	36.82	38.76	52.32	55.81	12.01	12.40	45	45
ECOST-6	68.9	67.2	29.2	11.2	6.7	11	8.5	35.3	?	16.8	24.5	24.7	28.3	37	38.5	9.2	9.5	21	21
%TL		97.53	42.38	16.25	9.72	15.96	12.33	51.23	?	24.38	35.55	35.84	41.07	53.70	55.87	13.35	13.78	53.84	53.84
Moyenne		94.76	48.70	16.38	8.58	13.64	10.72	51.53	43.87	30.2	43.76	34.99	37.75	55.02	58.82	12.36	13.34	53.4	53.4
	65.16																		

Tableau 8: Mesures biométriques d'*Echinolampas costata*.

Description :

Oursin de taille moyenne presque circulaire (TW entre 91.11-98.9%TL, avec une moyenne de 94.76%TL, n=6) et un peu anguleux sub-pentagonal face supérieure sub-hémisphérique avec une déclivité un peu prononcée à l'arrière se terminant en rostre sa hauteur TH entre 42.38 et 54.03%TL avec une moyenne de 48.70%TL, n=6. Face inférieure déprimée vers le centre largement pulvinée sur les côtés légèrement ondulée au passage des ambulacres.

Les deux faces forment un angle sur les bords. Apex petit à fleur du test à 4 pores génitaux peu distants un peu excentrique en avant et un peu au-devant du point le plus culminant du test.

Pétales courts, larges relevés en côte convexe bien limitée par le sillon dans lequel sont insérés, la zone porifère antérieure du pétale antérieur représente entre 24.38 et 35.95%TL avec une moyenne de 30.2%TL, n=6, la zone porifère postérieure du pétale antérieur représente entre 29.07 et 38.71%TL avec une moyenne de 35%TL, n=5. Le pétale impair bien plus étroit à peu près régulier ayant une légère tendance à se fermer représente entre 45 et 60.45%TL avec une moyenne de 51.72%TL, n=532%.

La largeur des pétales pairs antérieurs est entre 10.74 et 14.12%TL avec une moyenne de 12.36%TL, n=6, sublancoélés, bien ouverts. Les postérieurs représentent entre 12.32 et 14.28%TL avec une moyenne de 13.17%TL, n=6. Péristome un peu excentrique en avant pentagonal transverse. Il mesure entre 12.08 et 15.96%TL avec une moyenne de 13.64%TL, n=3 de large et entre 8.06 et 12.33%TL avec une moyenne de 10.19%TL, n=2 à sinus bien anguleux à floscèle bien marqué par des phyllodes courts, déprimés entre des bourrelets tronqués un peu saillants. Périprocte elliptique transverse L1 entre 16.1 et 16.79%TL avec une moyenne de 16.38%TL, n=4 et L2 entre 6.66 et 9.69%TL avec une moyenne de 5.85%TL, n=4, à bords un peu déprimé infra-marginal, mais regardant un peu en arrière par suite de la convexité du bord de la face inférieure. Tubercules très petits, très rapprochés à la face supérieure un peu plus gros sur la face inférieure et moins serrés autour du péristome.

Discussion :

Les paramètres biométriques de cette espèce sont étroitement similaires à ceux d'*Echinolampas hemisphaerica*, d'ailleurs Pomel avait signalé la ressemblance de *E. costatus* à *E. subhemisphaerica*, cette dernière a été réunie à *E. hemisphaerica* par Lachkhem et Roman, (1995), donc fort possible que *E. costata* soit une espèce nominale devant être réunie à *E. hemisphaerica*.

a.5) *Echinolampas pyguroides* Pomel, 1887

Pl. VI, fig. b1-b3

Synonymie

1885 *Echinolampas pyguroides* Pomel, pl. B V, fig. 1-3.

1887 *Echinolampas pyguroides* Pomel, p. 152-153.

1891 *Echinolampas pyguroides* Pomel : Cotteau, p. 158.

1965 *Macrolampas pyguroides* (Pomel) 1885 : Roman, P. 296.

Matériel

Un seul spécimen, de la coupe De Ben Abdelmalek Ramdane (ex Ouillis) déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **E-py-1**. (Tab.9).

<i>E-pyguroides</i>		%TL
TL	127.2	
TW	126	99.05
TH	47.8	37.57
L1	16	12.57
L2	8.2	6.44
L3	14	11
L4	13	10.22
L5	60	47.17
L6	52	41.86
APP-ant	44	35.42
APP-post	49.5	38.91
PPP-ant	49	38.52
PPP-post	42.3	33.25
APP-cr	69.7	54.79
PPP-cr	67.1	52.75
APP-w	14	11
PPP-w	12.5	9.82
FPP-cr	?	?

Tableau 9: Mesures d'*Echinolampas pyguroides*.

Description :

Très grand oursin discoïde sub-pentagonal, allongé suivant l'axe antéropostérieur présentant une longue déclivité vers le bord antérieur, un peu tronqué vers l'arrière où la face postérieure se termine sensiblement en rostre. Sa largeur représente 99.05%TL. Face supérieure convexe, relativement étalée sur les côtés, ce qui lui confère une apparence gibbeuse subcarénée sur l'interambulacre postérieur sa hauteur est de 37.57%TL.

Face inférieure régulièrement et faiblement déprimé dans toute son étendue, à peine pluviné sur les côtés avec faiblement déprimée vers le centre des zones postérieures des interambulacres latéraux, où se trouve la plus grande largeur de l'oursin.

Apex excentrique en avant, à une distance de 47.17%TL un peu en avant du point culminant, à fleur, assez grand monobasal avec 4 pores génitaux sur les angles de la madréporite.

Pétales lancéolés à fleur de test, longs et descendant jusqu'au près du bord, Péristome à fleur dans la dépression, à peine excentrique en avant, L6=41.86%TL assez grand, L3 égale à 11%TL sub-pentagonal transverse à sinus bien net, avec phyllodes peu élargis, séparés par de très larges bourrelets tronqués et assez saillants.

Périprocte infra-marginal elliptique suivant l'axe transversal, assez grand L1 = 12.57%TL, à bord un peu rentrant et échancrant faiblement la marge. Tubercules petits, très rapprochés partout, ceux des ambulacres formant des séries transverses de 10 à 12.

Localité :

Terrains du Miocène inférieur de Ben Abdelmalek Ramdane.

b) *Hypsoclypus* Pomel, 1869

[=*Conolampas* A. Agassiz, 1883, p. 48, espèce type *Conoclypus sigsbei* A. Agassiz, 1878 ; =*Libyolampas* Lambert, 1914, p. 112, espèce type *Echinolampas africanus* de Loriol, 1880 ; =*Heteroclypeus* Cotteau, 1891, p. 194, espèce type *Galerites semiglobus* Lamarck, 1816 ; =*Scutolampas* Lambert, 1906, p. 33, espèce type *Conoclypus lucae* Desor in Agassiz Desor, 1947.

Espèce Type :

Conoclypus plagiosomus Agassiz, in Agassiz & Desor, 1847, p. 168 (= *Conoclypus lucae* Desor in Agassiz & Desor, 1847, p. 168 par désignation subséquente de Lambert & Thiery, 1911, p. 375.

Distribution :

Eocène à Récent de l'Europe, Afrique du Nord et les Antilles.

Remarques :

Hypsoclypus se distingue d'*Echinolampas* par ses longs pétales parallèles et ouverts qui sont faiblement asymétriques, le contour circulaire de l'ambitus, et sa surface orale distinctement plate, où se situe le périprocte. Il est très similaire à *Heteroclypeus* au point dont il a été traité comme synonyme.

Conolampas est très similaire à *Hypsoclypus*, par un ambitus de contour circulaire, une surface orale distinctivement plate, où se situe le périprocte et de longs pétales ouverts, parallèles et faiblement asymétriques. Les deux colonnes des pores paires sont d'une longueur inégale dans le même pétale.

[Mortensen \(1948\)](#) a distingué *Conolampas* de *Hypsoclypus* par ses phyllodes très bien développés, croyant que chez *Hypsoclypus* les phyllodes sont étroits et unisériés jusqu'au péristome. Cependant, l'espèce type de *Hypsoclypus*, *H. lucae*, a des phyllodes qui sont aussi bien développés que ceux de *Conolampas* ainsi il n'y a pas de raison de les séparer ([Smith 2016](#)).

Conoclypus plagiosomus été considéré comme espèce type d'*Hypsoclypus*. [Kier \(1962, p.112\)](#) déclara que *C. plagiosomus* est un synonyme de *C. lucae* au moment où *C. plagiosomus* d'Agassis (1840, p. 5) est un *nomen nudum* ([Smith, 2017](#)).

b.1) *Hypsoclypus doma* Pomel, 1887

Pl. V. Fig. b1, b2, b3

Synonymie :

1885 *Hypsoclypus doma* Pomel, pl. B II, fig. 1 à 3 a et b ; pl. II bis, fig. 1-5, pl. 3, fig. 5.

1887 *Hypsoclypus doma* Pomel, p. 163-165.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe De Ben Abdelmalek Ramdane (ex Ouillis) déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **H-do-1**. (Tab.10).

<i>H-doma</i>		%TL
TL	69.6	
TW	61.5	88.36
TH	47.7	68.53
L1	7	10.05
L2	3.5	5.02
L3	6	8.62
L4	4.5	6.46
L5	32	45.97
L6	28.4	40.80
APP-ant	30.1	43.24
APP-post	33.8	60.34
PPP-ant	30	43.10
PPP-post	40	57.47
APP-cr	50	71.63
PPP-cr	55	79.02
APP-w	6.3	9.05
PPP-w	6.8	9.77
FPP-cr	?	?

Tableau 10: Mesures biométriques de *Hypsoclypus doma*.

Description :

Gros oursin sub-hémisphérique à conique (TW= 88.36%TL) à face supérieure arrondie faiblement aigue, et à sommet d'éjecté en avant, la hauteur maximale du test représente 68.53%TL.

Face inférieure presque plane ou à peine déprimée depuis le bord. Apex situé au sommet un peu excentrique en avant (L5= 45.97%TL), très petit, souvent saillant en bouton, avec 4 pores génitaux contigus à la madréporite. Pétales largement linéaires droits, étendus jusque près du bord divergents dès le sommet, les antérieurs représentent 60.2% du rayon correspondant tandis que les postérieurs 72.72% du rayon correspondant bien ouverts à l'extrémité, leur largeur respectivement est de 6.3mm et 6.8mm soit 9.05 et 9.77%TL à fleur du test sauf au voisinage du sommet où les zones porifères se dépriment un peu contre des côtes étroites et comme pincées formées par le sommet des interambulacres.

Le nombre des paires de pores dans les pairs antérieurs la zone postérieure à 7 anisopores de plus que l'autre ; les pairs postérieurs ne sont pas visibles dans notre exemplaire.

Péristome à peu près central L6 égale à 40.80%TL, transversal pentagonal, assez enfoncé L3=6mm soit 8.62%TL, à fleur avec la surface générale par ses bourrelets des floscèles ; les phyllodes sont fortement déprimés en gouttière entre de gros bourrelets très saillants vers l'intérieur du péristome, dont les antérieurs et le postérieur sont convexes et les latéraux un peu moins obtus.

Les phyllodes sont bien caractérisés par leur double rangée de pores ronds de chaque côté, et se prolongeant dans des sillons divergeant dès leur naissance et produisant une côte très marquée à l'origine de l'interambulacre. La côte et les sillons s'effacent laissant place à des rangées assez serrées de pores simples qui prolongent les phyllodes.

Périprocte petit, L1=2mm soit 10.5%TL elliptique transversal tout à fait infra-marginal. Tubercules de la face apicale extrêmement petits, scrobiculés, peu serrés avec de très petits granules dans les intervalles, ceux de la face orale sensiblement plus gros, bien plus serrés vers le pourtour, un peu moins au voisinage de la bouche.

Remarque :

Selon Pomel, (1887) il est très difficile d'établir le vrai profil de cet oursin à cause de sa grande variabilité, soit au niveau de son profil ou la formes des bords et l'absence ou la présence du rostre postérieure, seuls les spécimens qui ont la forme arrondie du test doivent conserver le nom de *H. doma*.

II.5) Famille des Clypeasteridae

Ordre Clypeasteroida [Agassiz, 1835](#)

Groupe Couronne Clypeasteroida [Agassiz, 1835](#)

Famille Clypeasteridae [Agassiz, 1835](#)

Genre *Clypeaster* [Lamarck, 1801](#)

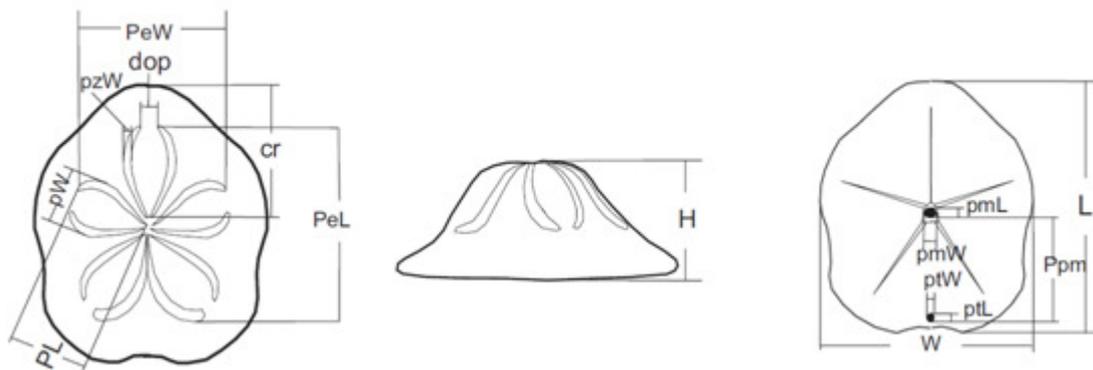


Figure 31: variables utilisées pour l'étude des clypeasteroïdes L- longueur du test, H- hauteur du test, W- largeur du test, cr- rayon antérieur du test; PL- longueur des pétales, pW- largeur des pétales ; PeL- longueur du pétalédium ; PeW- largeur du pétalédium ; pzW- largeur de la zone porifère, dop- ouverture distale des pétales ; pmL- longueur du péristome ; pmW- largeur du péristome ; Ppm- position du péristome ; ptL- longueur du périprocte ; PtW- largeur du périprocte ; Ppt- position du périprocte.

a) *Clypeaster* Lamarck, 1801

Espèce Type :

Echinus rosaceus Linnaeus 1758, p. 665.

Synonymie :

1825 *Echinanthus* Gray, 181, p. 427 (non Breynius, 1733).

1734-1778 *Scutum angular* Klein, 684, p. 28 (terme polynominal).

Distribution :

Eocène supérieur –récent, très répandus dans les régions tropicales et tempérées ([Durham, 1955 ; 1966](#) ; [Ali, 1983](#) ; [Smith, the echinoid directory, 2016](#)).

Remarque :

Clypeastr est le genre le plus diversifié dans le Cénozoïque, presque 500 espèces/sous espèces nominales ont été établies ([Lambert et Thiéry, 1909-1925](#) ; [Kier et Lawson, 1978](#) ; [Kroh, 2005](#)).

Plusieurs tentatives ont été réalisées pour diviser les *Clypeaster* en genres ou section, résultant en 38 taxons du rang genres/sous-genres. Les variations dans la morphologie externe du test et la forme des pétales sont très grandes, mais ce caractère n'a pas de valeur systématique justifiant la séparation en sous-genres selon [Durham \(1955 : 118 ; 1966 : U273\)](#). Pour cette raison les sous-genres définis dans la littérature sont considérés comme synonyme de *Clypeaster*.

La paléobiogéographie de ce genre a été étudié par [Ali \(1983\)](#), qui admet une origine Eocène moyen dans la méditerranée occidentale, basé sur le constat de deux espèces (*C. calzadai* et *C. moianensis*) du lutétien supérieur de la Catalogne (Espagne) par [Via et Padreny \(1970\)](#).

Pendant l'Eocène supérieur *Clypeaster* est en grande partie confiné dans la région circumméditerranéenne, mais dans l'Oligocène la période de dispersion de ce genre, il atteint l'Amérique centrale à l'ouest et la région indo-malaise à l'est. *Clypeaster* atteint sa grande distribution dans le Miocène, finalement il atteint l'Australie au Miocène moyen ([Mc Namara et Kendrick, 1994](#)). Pendant le Pliocène supérieur et le Pléistocène, la diversité du genre *Clypeaster* est réduite d'une façon considérable, et même *Clypeaster* s'est débrouillé à trouver une place dans la méditerranée après la crise de salinité messimienne ([Néraudeau et al., 1999](#) ; [Rose et Wood, 1999](#)) il disparaît de cette région durant le Pliocène supérieur ([Néraudeau et al., 2001](#)).

Aujourd'hui, *Clypeaster* est présent dans les régions tropicales sublittorales peu profondes tout autour du monde ([Mortensen, 1948b](#)). Dans quelques régions le genre atteint encore une grande diversité exemple les Caraïbes.

Le genre *Clypeaster*, qui atteint son apogée dans le Bassin Méditerranéen au Néogène moyen, compte un grand nombre d'espèces. Pomel en a décrit plus de soixante en Algérie (dont beaucoup sont restées non figurées), outre celles déjà connues, Cotteau Peron et Gauthier (1891) ont décrit et illustré quelques espèces en supplément à celles de Pomel.

L'un des problèmes majeurs dans la systématique de ce genre, est la grande variabilité intra- spécifique. La forme du profile, contour, épaisseur du test, la densité des tubercules, l'épaisseur de la marge etc... peuvent variés considérablement à l'intérieur d'une même espèce, spécialement entre population de différents habitats/environnements sédimentaires (Kroh, 2005).

Un autre problème potentiel dans la systématique des *Clypeaster* est leur possibilité d'hybridation (Mortensen, 1912 ; Onoda, 1943). Mais reste non démontré jusqu'à présent, et peut expliquer l'apparition des formes intermédiaires entre les espèces bien distinctes. Un autre problème de systématique des *Clypeaster* est les données inadéquates sur le type de matériel de beaucoup d'espèces en particulier la provenance et la morphologie.

a.1) *Clypeaster portentosus* Des Moulins, 1835

Pl. VII, figs. a1, a2, a3; figs. b1, b2, b3

Synonymie :

- 1829 *Clypeaster altus*, Marcel de Serres (non Lamarck), p. 157.
1835-1837 *Clypeaster portentosus* Des Moulins, p. 218.
1840 *Clypeaster turritus* Agassiz, p. 6.
1843 *Clypeaster Agassizi* Sismonda, p. 48, pl. II, fig. 5 à 7.
1847 *Clypeaster altus* var. *turrita* et var. *minor*, Agassiz, p. 72.
1857 *Clypeaster turritus* et *altus*, var. *minor*, Desor, p. 240.
1861 *Clypeaster portentosus*, Des Moulins : Michelin : 125-126 ; pl. 28, figs. a-e
1871 *Clypeaster portentosus* Des Moulins : Laube, p. 64.
- 1891 *Clypeaster portentosus* Des Moulin : Cotteau, *et al.*, p. 230.
1907 *Clypeaster alticostatus* Michelin: Schaffer, p. 28
1913 *Clypeaster altus* Klein var. *Portentosus* Des Moulin : Cottreau p. 60, 148-149, 188-189, pl.7, fig. 1-4.1
1925 *Clypeaster Portentosus* Des Moulin : Checchia-Rispoli, p. 35-37, pl. 3 fig. 1 ; pl. 4, fig. 1-2, 5; pl. 6, fig. 1-6.
1928 *Clypeaster alticostatus* Michelin : Bobies. 48.
1936 *Clypeaster alticostatus* Michelin : Paucă, p. 143.
1938a *Clypeaster portentosus* Desm. Var. *alticostatus* Michelin : Kalabis: 3, 5, 8-9, 11.
1938 *Clypeaster portentosus* Des Moulins 1837 : Poljak, p. 187-188.
1942 *Clypeaster alticostatus* Mich.: Schaffer, p. 130
1967 *Clypeaster Portentosus* Des Moulin : Marcopoulos-Diacantoni, p.373-375, pl. 8, 9, 14.
1970 *Clypeaster Portentosus* Des Moulin : Montenat et Roman, p.106.

1985 *Clypeaster portentosus* Des Moulins : Marcopoulou-Diacantoni, p. 108,112, 190, pl. IV-VI.

Matériel :

5 spécimens, de la coupe de Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **Cl-por-1**, **Cl-por-2**, **Cl-por-5**, **Cl-por-6**, **Cl-por-12**. (Tab.11).

	L	W	H	Cr	dop	pzW	PL	PW	PeL	PeW	PmL	PmW	Ppm	PtL	PtW	Ppt
Cl-por1	148.6	135	105.8	121.6	14.9	7	91	35	101	91.3	14.4	13.3	59.7	5	5.2	5.7
%L		90.84	71.19	81.83	10.02	4.71	61.23	23.55	67.96	61.44	9.69	8.95	40.17	3.36	3.49	3.83
Cl-por2	160	141.6	92.8	111.1	17.2	10.4	88	36.8	124	107.3	9.6	12	68	5.5	5.7	8.5
		88.5	58	69.43	10.75	6.5	88.18	23	77.5	67.06	6	7.5	42.5	3.43	3.56	5.31
Cl-por5	140.3	121.4	89.3	108	12.6	8.8	79	33.7	117.8	95	11.1	13.7	60	4.05	4.8	6.8
		86.52	63.64	76.97	8.98	6.27	56.30	24.02	83.96	67.71	7.91	9.76	42.76	2.88	3.42	4.84
Cl-por6	123.8	115.2	74.8	94	12.7	8.45	72.6	30.4	100.1	88.4	13.4	12.1	52.4	4.85	6.85	3.9
		93.05	60.42	75.92	10.25	6.82	58.64	24.55	80.85	71.40	10.82	9.77	42.32	3.91	5.53	3.15
Cl-por12	149	135	91.15	108	14.1	7.8	76.5	35.7	106.8	99.5	12.2	13.6	63.4	4	4.6	4
		90.60	61.17	72.48	9.46	5.23	51.34	23.96	71.67	66.77	8.18	9.12	42.55	2.68	3.08	2.68
Moyenne%		89.90	62.88	75.32	9.89	5.90	63.13	23.81	76.38	66.87	8.52	9.02	42.06	3.25	3.81	3.96

Tableau 11 : Mesures biométriques de *Clypeaster portentosus*.

Description :

La forme générale du test, pentagonale presque régulière ($W=89.90\%L$), allongée suivant l'axe antéropostérieur, très élevée au centre ($H= 62.88\% L$) à bord épais et arrondi. La partie supérieure s'élevant en pyramide, quelquefois un peu inclinée à partir de la base des ambulacres.

La longueur des côtés est à peu près égale à la hauteur de la pyramide. La partie inférieure est très enfoncée au niveau du péristome. Les sillons ambulacraires s'effacent en se rapprochant du bord.

Le sommet un peu irrégulier, à cause de la différence d'élévation des ambulacres. Apex monobasal à grande madréporite, pentagonal, tuberculeux, dont les gonopores se situent au niveau des angles situé dans une dépression causée par les saillis des sommets des ambulacres.

Les aires ambulacraires sont allongées, larges et renflées dans toute leur longueur PL représente $63.13\%L$, pétaloïde et très ouverts à leur partie inférieure dop égale à $9.88\%L$. Zones porifères dans un sillon composés d'anisopores conjugués par un sillons et de cloisons assez larges portant de 6 à 10 tubercules papillaires et quelques tubercules miliaires.

Les zones interporifères presque semi-cylindriques, avec tubercules espacés. Les aires interambulacraires sont assez étroites et moins élancées que les ambulacres. Tubercules papillaires espacés. Tubercules miliaires très petits.

Appareil buccal : péristome profond, situé dans un infundibulum pentagonal à angles correspondant aux sillons ambulacraires $PmL = 8.52\%L$, $PmW= 9.02\% L$. Appareil anal infra-marginal, à 3 ou 4 millimètres du bord $Ppt =3.96\%L$ avec périprocte transversalement elliptique.

Rapports et différences :

C. portentosus se rapproche du *C. pyramidalis*, mais il en diffère par l'élévation de l'étoile ambulacraire et l'étroitesse du sommet. Longtemps rattaché à *C. altus*, Lambert a exclu *C. portentosus* de ce dernier.

Localité : Miocène de Oued Sly (Chlef).

a.2) *Clypeaster subacutus* Pomel, 1887

Pl. VII, figs. a1, a2, a3

Synonymie :

1885 *Clypeaster subacutus* Pomel, pl. B 47, fig. 1-17.

1887 *Clypeaster subacutus* Pomel, p. 264-265.

1891 *Clypeaster subacutus* Pomel : Cotteau, *et al.*, p. 228-230.

1915 *Clypeaster subacutus* Pomel : Vadasz, p. 161-162.

1925 *Clypeaster* cfr. *subacutus* Pomel : Checchia-Rispoli, p. 73, pl. 18, fig. 2 ; pl. 22 fig. 2-2a ; pl. 23, fig. 3.

1970 *Clypeaster subacutus* Pomel : Montenat et Roman, p. 111.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe de Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **Cl-sat-1**. (Tab.12).

Cly.subacutus	L	W	H	Cr	PW	PL	pzW	dop	Ppm	Ppt	ptL	ptW	pmL	pmW
	145.3	126.5	85	101.8	36	68.5	11	18	64.8	5.4	7	7.3	16	15.8
%L		87.06	58.5	70.62	24.77	47.14	7.57	12.38	44.59	3.71	4.81	5.02	11.01	10.87

Tableau 12: Mesures biométriques de *Clypeaster subacutus*.

Description :

Espèce pentagonale à angles presque effacés, arrondis, et sinuosité des bords latéraux discrète. Face apicale subconique, tronquée à sa partie supérieure. L'étoile ambulacraire descend d'une façon abrupte vers le bord inférieur H= 58.5%L. Marge peu étalée épaisse à bord arrondi, la face inférieure est plane W= 87.06%L.

Disque apical petit placé au milieu de l'étroite troncature formée par les saillies des ambulacres et des interambulacres. Pores génitaux presque contigus aux angles du madréporite pentagonal. Pétales ovales saillant en côtes pincés à la partie supérieure arrondis à leurs extrémités distales. La partie la plus large se situe aux deux tiers de la longueur ; les pétales postérieurs constituent presque les deux tiers du rayon correspondant du test ; les pairs antérieurs sont un peu plus courts.

Zones porifères déprimées, placées dans un sillon causé par le renflement de la zone interporifères s'élargissant à la partie inférieure et se rapprochant assez à l'extrémité pour rétrécir sensiblement formée d'anisopores conjugués par un sillon dont les petites cloisons qui les séparent portent dans la partie la plus large. Six ou sept tubercules peu rapprochés et réduits, l'entrée du pétale ; dop égale à 12.38%L.

Zones interporifères fusiformes, en légère saillie au-dessus des zones porifères un peu gibbeuses au pourtour de l'apex bien convexes sur toute leur longueur un peu pincée à leur extrémité distale où elles forment une légère courbure qui continue sur la marge. Les plaques portent deux rangées horizontales de tubercules peu serrés plus gros que ceux des cloisons.

Interambulacres étroits à partir des extrémités distales des pétales se réduisant rapidement en une régulièrement petite bande assez renflée entre les zones porifères se déprimant vers le sommet entre les saillies des ambulacres. Péristome pentagonal au fond

d'un infundibulum assez profond évasé PmL=11.01%L, Pmw= 15.8% TL. Les sillons ambulacraires bien marqués s'effacent progressivement près du bord.

Périprocte petit, subarrondi, PtL= 4.81%L, Ptw= 5.02%TL, rapproché du bord Ppt = 3.71%L. Tubercules de la partie supérieure peu serrés semblables à ceux des ambulacres, ceux de la face orale sont un peu plus développés et plus fortement scrobiculés.

Localités : Beni-Saf (Ain Témouchent) ; Oued Sly (Chlef) et les environs du Sig.

a.3) *Clypeaster brevior* Seguenza, 1879

Pl. VIII, figs. b1, b2, b3

Synonymie:

1879 *Clypeaster pyramidalis* var *brevior* Seguenza, pl.9, fig. 1-5.

1913 *Clypeaster altus* (Klein) var. *alticostatus* (Michelin) : Cottreau, 147,149, pl.9, fig. 5.

1925 *Clypeaster brevior* : Checcia- Rispoli, 35, pl.3, fig. 2; pl.19, fig. 2, 2a,2b.

1958 *Clypeaster brevior* : Imbesi Smedile, 26-27, pl. 7, fig.2 a-c; 3, 4.

1970 *Clypeaster* aff. *Brevior* : Montenat et Roman, 110-111.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe de Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **Cl-br-1**. (Tab.13).

<i>C. brevior</i>	L	W	H	Cr	PW	PL	pzW	dop	Ppm	Ppt	ptL	ptW	pmL	pmW
	155.8	137.8	77.9	85.6	40.07	76.7	9	19.5	61	6	6.7	8.3	16.7	15
%L		88.44	50	54.94	25.71	49.23	5.77	12.51	39.15	3.85	4.3	5.32	10.71	9.62

Tableau 13: Mesures biométriques de *Clypeaster brevior*.

Description :

Espèce de grande taille (W=88.44%L) de contour pentagonal, légèrement allongée et légèrement sinueux, face aborale de forme pyramidale amincie dans la zone des pétales, avec des marges étendues moins inclinées et saillantes dans la zone des pétales particulièrement dans l'impair, pétales saillants dont la largeur est de 40.5mm (25.71%L) et la longueur 49.23%L, claviformes. Dans la zone porifère il y a 7 tubercules maximum dans chaque plaque, la largeur de l'espace est égale à 3 fois la zone des pores qui représente 5.77%L.

Interambulacres légèrement saillants de la marge à l'apex, madréporite très déprimé entre la crête et les pétales, l'ornementation des plaques est constituée de tubercules de 0.5mm de diamètre séparés par d'égale distance, devenant plus petit dans la partie supérieure du pétale et grand dans la partie supérieure de l'espace inter ambulacraire.

Face orale plane au 4/5 de la longueur mais fortement inclinée vers un profond infundibulum qui se termine en un péristome pentagonal pmL= 10.71%L ; pmW= 9.62%L. Péripacte subcirculaire (ptL= 4.3%TL ; ptW= 5.32%L, infra-marginal proche du bord (Ppt= 3.85%L).

Localité :

Terrains Miocène de Oued Sly (Chlef).

a.4) *Clypeaster pachypleurus* Pomel, 1887

Pl. IX, figs. a1, a2, a3

Synonymie :

1885 *Clypeaster pachypleurus* Pomel, pl. B XI, fig. 1-6.

1887 *Clypeaster pachypleurus* Pomel, p.270.

1891 *Clypeaster pachypleurus* Pomel : Cotteau *et al.*, p. 222.

Matériel :

Un seul spécimen, de Sig (Cherfa) déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **Cl-phl-1**. (Tab.14).

<i>C. pachypleurus</i>	L	W	H	Cr	PW	PL	pzW	dop	Ppm	Ppt	ptL	ptW	pmL	pmW
	154.4	128	68.7	74.6	40	61	9.7	20	67.6	5.5	6.8	9	13.3	14
%L		82.90	44.49	43.31	25.90	39.50	6.28	12.95	43.78	3.56	4.40	5.82	8.61	9.06

Tableau 14: Mesures biométriques de *Clypeaster pachypleurus*.

Description :

Grand oursin à test sub-pentagonal oblong W= 82.90%L, à angles très arrondis, presque effacés latéralement, à bords peu flexueux. Face supérieure gibbeuse, convexe, relativement peu élevée, H=44.49%L, largement déprimée au sommet ; les flancs sont abrupts se prolongent sur une marge peu étalé, épaisse et fortement arrondie ; face orale épaisse et plate. Apex petit, convexe, en bouton arrondi dans la dépression sommitale, les cinq pores génitaux un peu séparés de la madréporite.

Pétales ovales lancéolés très ouverts à leur extrémité dop=12.95%L, convexes en côtes déprimés, subégaux, égalant 66% du rayon correspondant (PL=39.50%L, PW=25.90% L.

Zones porifères dans une dépression flanquées sur les côtés de l'ambulacre, s'élargissant vers leur extrémité distale (pzW=6.28%L), les interporifères convexes, dont la convexité s'accroît vers le sommet et s'atténue vers le bas du test.

Tubercules des zones porifères assez petits, en série de 6 à 7 sur chaque costule dans la partie la plus large ; ceux des interporifères beaucoup plus gros, rapprochés, formant deux rangées transversales sur chaque plaque. Interambulacres un peu déprimés vers le bas et entre les extrémités des pétales, puis un peu convexes en côtes dans la partie supérieure près de l'apex.

Péristome pentagonal situé dans un profond, infundibulum abrupt et faiblement évasé à son bord, à côtés peu saillants, égalant à 8.61%L, un peu entaillé par les sillons ambulacraires qui s'effacent en se rapprochant du bord.

Périprocte petit, arrondi, séparé du bord par un intervalle égal à 3.56%L. Tubercules de la face orale presque égaux à ceux des pétales, un peu moins serrés ; ceux de la face orale relativement plus gros, largement scrobiculés et très serrés, ce qui donne un aspect très rugueux.

Rapports et différences :

Cette espèce a une certaine affinités avec *C. aegypticus*, il en diffère par ses pétales plus ouverts ; elle est plus largement déprimée au sommet, ses bords sont bien plus épais et arrondis, ses tubercules plus gros sur les pétales. *C. altus* est plus atténué au sommet, ses pétales sont plus fermés et descendent plus bas, son bord est également moins épais.

Localités :

Terrain Miocène des Cheurfa, (Mascara).

a.5) *Clypeaster angustatus* Pomel, 1887

Pl. IX, figs. b1, b2, b3

Synonymie:

1885. *Clypeaster angustatus* Pomel, pL. B XXXVIII, fig. 1-8.

1887. *Clypeaster angustatus* Pomel, p. 269.

1891. *Clypeaster angustatus* Pomel : Cotteau, et al., fasc. X, p. 238.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe de Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : Cl-ang-1. (Tab.15).

<i>C. angustatus</i>	L	W	H	Cr	PW	PL	pzW	dop	Ppm	Ppt	ptL	ptW	pmL	pmW
	130	110	50	60	28.2	55	6.3	8	58	?	?	?	13	11
%L		84.61	38.46	46.15	21.69	42.30	4.84	6.15	44.61	?	?	?	10	8.46

Tableau 15: Mesures biométriques de *Clypeaster angustatus*.

Description :

Oursin de taille moyenne $W = 84.61\%L$, à contour pentagonal allongé suivant l'angle antéropostérieur, à angles antérieur un peu effacés et angles postérieurs très arrondies.

Face supérieure assez élevée, $H = 38.46\%L$, sub-pyramidale, tronquée et un peu arrondie au sommet, formés par les saillies de l'étoile ambulacraires qui descendent sur une marge un peu étalée. Face orale, déprimée, en pente douce vers l'infundibulum.

Apex situé dans une légère dépression, à pores génitaux près des angles du madréporite. Pétales lancéolés, saillants en côtes très convexes, inégaux ; les paires antérieures plus courts égalant 75% du rayon correspondant et 90% des postérieures ($PL = 42.30\%L$, $PW = 21.69\%L$).

Zones porifères déprimées, ($pzW = 4.84\%L$), flanquées sur les côtés de l'ambulacre et un peu étalées près de l'extrémité, constituée d'anisopores conjugués par un sillon, les zones interporifères bien convexes gibbeuses vers le haut autour de l'apex, légèrement saillantes sur les marges du test.

Tubercules petits ceux des zones porifères en série de 6 à 7 sur chaque costule dans la partie la plus large, ceux de l'interporifères plus gros formant deux rangées transverses sur chaque plaque. Interambulacres déprimés entre les pétales, mais un peu convexes dans la partie inférieure, étroit et à peine en relief au-dessus de la dépression de la zone porifère.

Péristome pentagonal assez grand, ($pmL = 10\%L$, $pmW = 8.46\%L$, situé profondément dans un infundibulum évasé sur la face inférieure dont il occupe presque 1/3 du diamètre, peu entaillé par les sillons ambulacraires

Périprocte mal conservé, près du bord postérieur. Tubercules de la face apicale un peu plus gros que ceux des zones porifères, peu serrés ; ceux de la face orale peu différents de ceux des pétales, un peu plus largement scrobiculé.

Cette espèce, rappelle un peu par ses pétales en côtes, ses interambulacres déprimés et sa forme étroite, certains types de la section *Bunactis* de Pomel; mais elle est plus gibbeuse et ses pétales sont moins comprimés. Elle diffère de *C. latus* par sa forme relativement déprimée et son péristome plus petit dans un infundibulum plus abrupte. *C. soumatensis* a le même faciès mais ses pétales sont moins saillants, son péristome est plus petit et ses tubercules bien plus petits.

Localité :

Terrain Miocène de la région du Cap Figalo.

a.6) *Clypeaster subconicus* Pomel, 1885

Pl. X, figs. a1, a2, a3

Synonymie

1885. *Clypeaster subconicus*, Pomel, pl. B XXXVII, fig. 1-7.

1885. *Clypeaster subconicus*, Pomel, p.256.

1891. *Clypeaster subconicus* Pomel, Cotteau, et al., fasc. X, p. 238.

Matériel :

Un seul spécimen, de la région de Tessala déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **Cl-scn-1**. (Tab.16)

<i>Cly subconicus</i>	L	W	H	Cr	PW	PL	pzW	dop	Ppm	Ppt	ptL	ptW	pmL	pmW
	168	152	87.8	72.4	40	71.6	10.3	19.1	71.1	6.1	8	9	20.6	17
%L		90.47	52.26	43.09	23.81	42.61	6.13	11.36	42.32	3.63	4.76	5.35	12.26	10.11

Tableau 16: Mesures biométriques de *Clypeaster subconicus*.

Description :

Grand oursin pentagonal ($W = 90.47\%L$), à angles arrondis et bords flexueux. Face apicale, conoïde tronquée, arrondie au sommet déprimé, ($H = 52.26\%L$) avec une marge un peu étalée dont les bords peu épais sont arrondis.

Face orale sub-plane un peu ondulée. Apex petit pentagonal, sub-étoilé situé dans une dépression, à pores génitaux près des angles du madréporite. Pétales convexes lancéolés, arrondis à leur extrémité, les pairs antérieurs un peu plus courts que les autres, égalant les 0.72% du rayon correspondant d'une largeur de 23.81%L.

Zones porifères faiblement déprimées, flanquée sur les côtés des interporifères, élargies presque jusqu'à l'extrémité et se pinçant à l'entrée du pétale $pzw = 6.11\%L$. Zones interporifères plus ou moins convexes surplombant les porifères dans leur partie médiane, plus saillantes et gibbeuses autour de la dépression apicale, assez contractées et largement ouvertes à leur extrémité.

Tubercules des zones porifères très petits, en série de 7 à 8 peu serré sur chaque costule dans la partie la plus large ; ceux des interporifères plus gros. Interambulacres faiblement déprimés entre les extrémités des pétales, contractés en une pointe assez large se réduisant vers le sommet à deux rangs de tubercules, très peu convexes et faisant légère saillie au-dessus des zones porifères constituant un large sillon entre les pétales.

Péristome pentagonal grand, au fond d'un infundibulum profond égalant ($pmL = 12.26\%L$, $pmW = 10.11\%TL$) parois aplanies et peu évasées sur la face orale. Sillons ambulacraires très

profonds près du péristome, puis devenant presque superficiels et effacés près du bord ; les aires qui les bordent sont parfois un peu renflées.

Périprocte arrondi petit, ptL est de 4.76%TL près du bord Ppt=3.63%L. Tubercules de la face apicale semblables à ceux des pétales, mais un peu moins serrés ; ceux de la face orale plus gros, plus scrobiculés et plus rapprochés.

Cette espèce à quelques analogies avec *C. Atlas*, *C. productus* *C. curtus* la différence réside dans les marge étalée moins épaisse, et les tubercules plus petits, ses zones porifères moins larges, ses interambulacres moins convexes, apex bien plus petit et moins étoilé ainsi que la forme générale du test plus trapue dans le cas de *C. curtus*.

Localité :

Terrains Miocène de Tessala (Sidi Belabes).

a.7) *Clypeaster altus* (Leske, 1778)

Pl. XI, fig. a1, a2, a3

Synonymie :

- 1735-1766. *Echinus rosaceus*, Linné, Systema naturae,
1752-1759. *Echini ab* Aldovrando Echinometri, tab. 9, fig. 4 et 2,
1775-1778. *Scutum angularé altum*, Walch in Knor, p. 187 à 189, pl. 206, IX, d, fig. 1,
1778. *Echinantus altus*, Leske in Klein, in-4°, p. 189, pl. 53, fig. 4,
1789. *Echinantus altus*, Gmelin in Linné, 13e édit., p. 3187, n° 61,
1816. *Clypeaster altus*, Lamarck, vol. 3, p.14
1824. *Clypeaster altus* Defrance, t. IX, p. 449, Des longchamps, t. II, p. 199, n° 2, pl. 146, fig. 1 et 2
1825. *Scutella pyramidalis*, Risso, t. V, p. 284, pl. 7, fig. 35,
1832. *Echinites companulatus*, Schlotheim, Min. Taschenpetref.,
1834. *Clypeaster altus*, de Blainville, p. 216,
1835. *Clypeaster altus*, Agassiz, t. I, p. 29 et 187, 1834 et
1835-1837. *Clypeaster altus* Des Moulins, Échinides, p. 216, n° 7,
1836. *Clypeaster altus* Grateloup, p. 48, n° 3,
1840. *Clypeaster altus* Dujardin, t. III, p. 290, n° 2,
1847. *Clypeaster altus*, Agassiz et Desor, p. 72.
1855. *Clypeaster altus*, Wright, foss. Échin., of Malta, p. 11,
1856. *Clypeaster altus*, Cotteau et Leymerie, t. XIII, p. 329,
1858. *Clypeaster altus* Desor, p. 240,
1958. *Clypeaster altus* (Klein). - Imbesi, vol. LIII, p. 28, tav. X, fig. 1, 1a, 2, 2a, 2b.
1960. *Clypeaster altus* (Klein)- Roman, p73-75, pl.3, fig.1.
1960. *Clypeaster tauricus* Desor- Roman, p78, pl.3, fig.2.
1961. *Clypeaster tauricus* Des Moulins-Ferreira, p. 540-541.
1967. *Clypeaster altus* (Klein). - Marcopoulou-Diacantoni, p. 359, Pl. III, fig. 1, 1a, Pl. IV, fig. 2.

1969. *Clypeaster altus* (Klein). -Mitrovic-Petrovic, p. 126, tav. V, fig. 2, 2a.
 1985. *Clypeaster altus* (Klein). - Marcopoulou-Diacantoni, p. 103, 105, 108, 159, Pl. I-III.
 1998. *Clypeaster altus* (Klein). - Philippe, p. 122
 2000. *Clypeaster altus* (Klein). - Marcopoulou-Diacantoni, p. 177.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe De Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **Cl-alt-1**. (Tab.17).

<i>Cly. altus</i>	L	W	H	Cr	PW	PL	pzW	dop	Ppm	Ppt	ptL	ptW	pmL	pmW
	180	130	82	91.8	38.4	77.9	11	16.6	75	5	4	5	18	16
%L		72.22	45.55	51	21.33	43.27	6.11	9.22	41.66	2.77	2.22	2.77	10	8.88

Tableau 17: Mesures biométriques de *Clypeaster altus*.

Description :

La forme générale du test est, pentagonale, allongée antéropostérieurement ; à bords qui s'amincissent vers la base, cependant ils sont plus ou moins épais ($W= 72.22\%L$). La partie supérieure, élevée, surtout dans la portion ambulacraire qui est presque cylindrique ($H=45.55\% L$).

La partie inférieure est rugueuse, plate, avec péristome profondément creusé ; sillons ambulacraires canaliculés. Sommet submédian, un peu déprimée que la partie supérieure des ambulacres. Plaque madréporite, monobasale pentagonal, à petits tubercules.

Cinq plaques génitales peu distinctes, avec pores allongés ainsi que cinq plaques ocellaires, petites, à pores peu visibles.

Les aires ambulacraires, pétaloïdes, élargies, ouvertes vers leurs bases $dop=9.22\%L$. Les ambulacres gonflés et proéminents ; les antérieur égalant 80% du rayon correspondant dans leur longueur qui est $43.27\%L$. Les zones porifères, plus basses que les ambulacres et les aires interambulacraires, à sillons profonds qui se terminent par des pores assez grands et séparés par des cloisons larges portant de 10 à 12 tubercules $pzw=6.11\%L$.

Zones interporifères, à tubercules serrés, traversées par une ligne médiane, allant du sommet au sillon ambulacraire inférieur.

Aires interambulacraires un peu moins gonflées que les ambulacres, et couvertes de tubercules plus espacés que dans les ambulacres.

Les plaques, supérieures s'élevant Vers le centre et s'abaissant vers les sutures, les inférieures peu distinctes.

Les Tubercules papillaires, sont assez espacés sur la face supérieure, plus rapprochés à la partie inférieure. Tubercules miliaires peu visibles.

Péristome pentagonal, large et ayant les angles correspondants aux sillons ambulacraires ; Pmw= 8.88%L, PmL = 10%L, Appareil anal submarginal et très rapproché du bord ; Ppt= 5%L. Périprocte elliptique subquadrangulaire ; (ptw = 2.77% TL, ptL= 2.22% TL). Texture du test, solide et épaisse.

Rapports et différences :

Se rapproche du *C. gibbosus* par son système ambulacraire large, et il en diffère par ses ambulacres et interambulacres moins élevés ; il diffère aussi du *C. portentosus* par l'étendu de sa base et sa moindre hauteur.

Les sillons porifères de la base des ambulacres sont irrégulièrement disposés, espacés et courbés.

Localité :

Terrains Miocène région de Cheurfa (Sig).

a.8) *Clypeaster ogleianus* Pomel, 1887

PL. XII, fig. a1, a2 a3-b

Synonymie :

1885. *Clypeaster ogleianus* Pomel, pl. B 19, fig. 1-6.

1887. *Clypeaster ogleianus* Pomel, p.181-182.

1891. *Clypeaster ogleianus* Cotteau, et al., fasc. X, p. 234.

1931. *Clypeaster oglei* Pomel, Lambert, p. 47.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe D'Arbal déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **Cl-og1-1**. (Tab.18).

<i>Cly. ogleianus</i>	L	W	H	Cr	PW	PL	pzW	dop	Ppm	Ppt	ptL	ptW	pmL	pmW
	178	177	22	90	25	45	6	5.2	75	10	5	7	17.5	15.5
%L		99.43	12.36	50.56	14.04	25.28	3.37	2.92	42.13	5.61	2.80	3.93	9.83	8.70

Tableau 18: Mesures biométriques de *Clypeaster ogleianus*.

Description :

Assez grand test à contour pentagonal, presque aussi large que long W= 99.43%L, contour sinueux. Face apicale convexe, discrètement conoïde, l'étoile ambulacraire plus

gibbeuse, descendant en une forte déclivité jusqu'au bords qui est largement étalé et très aminci ; face inférieure plane, H= 12.36%TL.

Apex petit saillant en bouton arrondi sur une étroite dépression avec les 5 pores génitaux contigus au angles de la madréporite. Pétales convexes, ovales lancéolés, presque de même longueur, PL= 47% du rayon correspondant d'une longueur égalant 25.28%L et une largeur de 14.04%L.

Zones porifères relativement sur presque toute leurs longueur un peu plus arquées convergentes, déprimées sur la partie latérale de la saillie ambulacraire ; la zone interporifères est lancéolé, assez pincée vers le bas, plus saillante vers les alentours de l'apex faiblement convexe dans sa partie médiane, dop=2.92%L.

Les tubercules sont très petits, assez denses, formant une série de 8 tubercules sur chaque cloison entre les sillons de conjugaison dans la partie la plus large de la zone et deux rangées transverses sur chaque plaque.

Péristome petit, dans un infundibulum assez abrupte pentagonal, fortement incisé par des sillons ambulacraires assez ouverts qui s'effacent près du bord. Périprocte petit, circulaire, Ptw= 9.83%L, PtL= 8.70%L, près du bord de la marge postérieur du test Ppt= 5.61%TL. Tubercules de la face apicale aussi petits que ceux des pétales, relativement plus espacés ; ceux de la face orale beaucoup plus gros, relativement rapprochés.

La forme générale gibbeuse, plus élevée du petalédium et l'égalité des pétales sont des caractères de discrimination de cette espèce.

Localité :

Terrains Miocène des environs d'Arbal (Ain Temouchent).

Cette espèce a été confondue avec *C. marginatus*, d'ailleurs Cottreau 1913 cite *C. ogleianus*, avec l'observation *C. marginatus* déformé, cependant selon Lambert 1931 p. 47 cette espèce diffère de *C. marginatus* par ses marges qui sont très étendues et dont le test se soulève plus brusquement sous les pétales.

a.9) *Clypeaster pyramidalis* Michelin 1861

Pl. XII, fig. a1, a2, a3

Synonymie :

Echiniti conoidei in orsigliadi, pl. N, X. (grand in-folio) (Auteur inconnu de l'ouvrage).

1861. *Clypeaster pyramidalis* Michelin : Michelin, p. 124-125, pl. 27, fig. a-e.

1913. *Clypeaster altus* Klein var. *Pyramidalis* Mich. Cottreau, p.61, 148-149, 190, pl. 9, fig.6; pl. 10, fig. 3.

1931. *Clypeaster pyramidalis* Michelin : Lambert, p.45-46.

1933. *Clypeaster pyramidalis* Michelin : Lambert, p.10-11.

1938. *Clypeaster pyramidalis* Michelin : Meznerics, p.89, pl. 2, fig. 8.
 1941. *Clypeaster pyramidalis* Michelin : Meznerics: 89; pl. 2, fig. 8; pl. 3, fig. 5.
 1955. *Clypeaster* aff. *seguenzai* Vadasz: Tollmann: Tab. 5b.

Matériel :

Un seul spécimen, de la région d'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **Cl-pyr-1**. (Tab.19).

<i>Cly.pyramidalis</i>	L	W	H	Cr	PW	PL	pzW	dop	Ppm	Ppt	ptL	ptW	pmL	pmW
	153	145.2	90	105	34	70.5	6	15.5	78.2	6	7	6	11	9
%L		94.90	58.82	68.62	22.22	46.07	3.92	10.13	51.11	3.92	4.57	3.92	7.19	5.88

Tableau 19: Mesures biométriques de *Clypeaster pyramidalis*.

Description :

La Forme générale du test est subcirculaire, conique, anguleuse a la base, s'élevant du bord au sommet W= 94.90%L. La Partie supérieure est pyramidale, alors que la partie inférieure, est à bord un peu arrondi, presque plate, tout en descendant vers le péristome.

Le sommet débute à la naissance des ambulacres qui sont très allongés, saillants, semi-cylindriques, un peu comprimés ; H= 58.82%L. Les zones porifères sont larges, composées de sillons assez profonds terminés par deux pores et de cloisons larges qui portent de 4 à 6 tubercules. Zones interporifères longues et étroites. Aires interambulacraires, assez saillantes surtout vers le bas où elles égalent les ambulacres en hauteur et se confondent avec le bord. Tubercules papillaires, assez espacés à la partie supérieure, plus serrés que celles de la partie inférieure.

Péristome pentagonal et assez profond, Pmw= 5.88%L, PmL= 7.19%TL. Appareil anal, submarginal Ppt= 3.92%TL, avec périprocte oblong, transversal PtL= 4.57%L , Ptw= 3.92%L.

Rapports et différences :

Diffère du *C. portentosus* en ce que le test s'élève sous le même angle, de la circonférence marginale au sommet, et du *C. alticostatus* par ses ambulacres aplatis.

Cette espèce créer par Michelin, 1861 (p 124, p 27) et qui l'a séparé de *C. alticostatus* du même auteur par ces ambulacres aplatis, cette dernière espèce est une variété de *C. portentosus* Des Moulin. Selon Lambert (échinides d'Afrique), cette espèce est étroitement apparentée à *C. portentosus* (Lambert, 1933).

a.10) *Clypeaster expansus* Pomel, 1887

Pl. XIV, fig. b1, b2, b3

Synonymie

1885. *Clypeaster expansus* Pomel, pl. B XVIII, fig. 1-7.

1887. *Clypeaster expansus* Pomel, p. 182.

Matériel

Un seul spécimen, de la coupe de Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **Cl-exp-1**. (Tab.20).

<i>Cly. expansus</i>	L	W	H	Cr	PW	PL	pzW	dop	Ppm	Ppt	ptL	ptW	pmL	pmW
	?	?	32.4	72	21.8	39.5	4.7	5.6	?	?	?	?	8	7

Tableau 20: Mesures biometriques de *Clypeaster expansus*.

Description

Test incomplet grand oursin (d'après la taille de la zone des pétales Cr= 72mm). Face apicale assez fortement convexe, gibbeuse, la déclivité de l'étoile ambulacraire se poursuit au-delà de la région des pétales en s'atténuant jusqu'à mi-distance du bord.

Face orale presque plane à petits tubercules espacées à égale distance, moins denses que sur la face apicale ; bord très aminci. Apex subcentral, petit, à fleur du test ou un peu déprimé, avec 5 pores génitaux presque contigus à la madréporite.

Pétales assez saillants en côtes convexes, ovales oblongs, PL=39.5mm. Zones porifères étroites, pzw = 4.7mm, insensiblement élargies jusqu'à une faible distance de leur partie distale légèrement fermée par la convergence des courbures des pétales dop= 5.6mm ; elles sont faiblement déprimées sur les côtés dont elles forment la déclivité. Zones interporifères sub-lancéolées peu saillantes au sommet et un peu contractées vers l'extrémité distale, , plus saillantes à leur moitié extérieure où elles se terminent par un relief plus ou moins prononcé.

Tubercules petits subégaux, ceux des cloison entre les sillons de conjugaison en série de 7 à 8 sur la partie la plus large de la zone ; ceux de la zone interporifères serrée et formant trois rangées transverses sur chaque plaque.

Interambulacres convexes légèrement déprimés entre les pétales, formant la dépression des zones porifères, moins saillants, s'atténuant vers la zone adapicale. Formés de petits tubercules perforés crénelés dans des auréoles bien enfoncés. Péristome situé dans un

infundibulum pentagonal, profond, au milieu d'une surface plane échancrée par des sillons ambulacraires assez profonds qui s'atténuent près du bord.

Rapports et différences :

Cette espèce a quelques analogies avec *C. marginatus*, mais elle en diffère par son étoile ambulacraire centrale bien plus étendue et se relevant beaucoup moins brusquement sur la marge ses pétales moins saillants vers le haut.

Elle diffère des autres espèces décrites par Pomel par sa convexité plus forte, plus saillante que dans *C. tessellatus* et *laboriei* plus étendue que dans *C. pliocenicus* moins saillante et moins conoïde que dans *C. ogleianus*. *C. pliocenicus* a en outre son étoile ambulacraire bien plus petite et son péristome bien moins développé.

Localité :

Terrains helvétiques à mélobésiées et *Clypeaster* Oued Rhiou (Relizane).

a.11) *Clypeaster marginatus* Lamarck, 1816

Pl. XIV, fig. a1, a2

Synonymie :

- 1816. *Clypeaster marginatus* ; Lamarck, vol. 3, p. 14
- 1836. *Clypeaster tarbellianus*. N. Grateloup, p. 142, pl. 1, fig. 5-6
- 1836. *Clypeaster marginatus*; Grateloup, p. 142-143
- 1840. *Clypeaster marginatus*; Dujardin in Lamarck, vol. 3, p. 290-291
- 1840. *Clypeaster tarbellianus*. Grateloup; Dujardin in Lamarck, vol. 3, p. 294
- 1847a. [*Clypeaster*] *marginatus* Lamk.; Agassiz & Desor, p. 131
- 1847a. [*Clypeaster*] *folium* Agass.; Agassiz & Desor, p. 131
- 1852. [*Clypeaster*] *marginatus* Lamk.; d'Orbigny, p. 141
- 1852. [*Clypeaster*] *folium* Agass. d'Orbigny, p. 141
- 1856. *Clypeaster marginatus*, Lamarck, 1816; Leymerie & Cotteau, p. 329
- 1858. [*Clypeaster*] *marginatus* Lamarck; Desor, p. 242
- 1858. [*Clypeaster*] *folium* Agassiz; Desor, p. 243
- 1861. *Clypeaster marginatus* Lamarck; Michelin, p. 130 [pl. 19, fig.
- 1861. *Clypeaster folium*, Agassiz; Michelin, p. 139, pl. 20, fig. 2
- 1877. *Clypeaster marginatus*, Lamarck, 1816; Cotteau in Locard, p. 257-259
- 1887. *Clypeaster tessellatus*; Pomel, p. 178, pl. B15, fig. 2
- 1895. *Clypeaster Lovisatoi*, Cotteau, 1893 ; Cotteau, p. 26-27, pl. 2, fig. 1-2
- 1896. *Clypeaster marginatus*, Lamarck ; De Loriol, p. 34-36, pl. 11, fig. 2
- 1909. *Clypeaster Lovisatoi*, Cotteau, 1893 ; Lambert, p. 134
- 1910. *Clypeaster Lovisatoi*; Lovisato, p. 137-140, pl. 18(3), fig. 3
- 1915. *Clypeaster folium* Ag. Vadász, p. 195-196, fig. 85
- 1915. *Clypeaster subfolium* Pom. Vadász, p. 196-197, figs 86-88
- 1915. *Clypeaster sublaganoides* n.sp. Vadász, p. 198, figs 89; pl. 5, fig. 5

1919. *Clypeaster marginatus* Lamarck; Stefanini, p. 134
 1923. *Clypeaster marginatus* Lamarck, 1816; Di Giorgio, p. 118-119
 1927. *Clypeaster marginatus* Lamarck; Lambert, p. 98-101
 1931. *Clypeaster marginatus* Lamarck; Lambert, p. 86
 1940. *Clypeaster marginatus*; Boucart & Zbyszewski, p. 27
 1946. *Clypeaster marginatus* Lam.; Zbyszewski, p. 9
 1960. *Clypeaster folium* Agass. nov. ssp.; Somos & Kó kay, p. 342-343, 326-347, pl. 17, fig. 2
 1961. *Clypeaster marginatus* Lamarck; Ferreira, p. 544, pl. 9, figs 55, 58
 1965. *Clypeaster marginatus* Lam.; Zbyszewski *et al.*, p. 26, 32, 40
 1967. *Clypeaster marginatus* Lam.; Zbyszewski, p. 43, 44, 46, 47, 94pp
 1972. *Clypeaster (Stolonoclypus) marginatus* Lamarck; Comaschi caria, p. 32-33, pl. 6, figs 4-6
 1975. *Clypeaster marginatus* Lamarck ; Kotchetoff *et al.*, p. 65, 66
 1975. *Clypeaster papillionensis* n. sp.; Kotchetoff *et al.*, p. 75-78, pl. 6, figs 1-2
 1979. *Clypeaster marginatus* Lam.; Rocha *et al.*, p. 78 72
 2001. *Clypeaster marginatus* Lamarck, 1816 ; Mikuž & Mitrović-Petrović, p. 54-55, pl. 3, fig. 1; pl. 4, fig. 3; pl. 5, fig. 1
 2001. *Clypeaster folium* Agassiz, 1847; Mikuž & Mitrović-Petrović, p. 55-56, pl. 3, fig. 2
 2001. *Clypeaster cf. laganooides* Agassiz, 1847; Mikuž & Mitrović-Petrović, p. 56-57, pl. 4, fig. 1
 2001. *Clypeaster cf. scutellatus* Serres; Mikuž & Mitrović-Petrović, p. 57-58, pl. 5, fig. 2
 2001. *Clypeaster balillai* (Lovisato, 1911); Mikuž & Mitrović-Petrović, p. 58-60, pl. 4, fig. 2; pl. 6, fig. 2
 2001. *Clypeaster cf. balillai* (Lovisato, 1911); Mikuž & Mitrović-Petrović, p. 60-61, pl. 6, fig. 1
 2005. *Clypeaster folium* Agassiz in Agassiz & Desor, 1847; Kroh, p. 62-64, pl. 27, fig. 2 2010. *Clypeaster marginatus* Lamarck 1816 ; Pereira, p. 71, Pl. 24-26.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe D'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **Cl-ang-1**. (Tab.21).

L	W	H	Pel	Pew	dop	Pl	Pw	Cr	Ptl	Ptw	Pml	Pmw	Ppm
153.6	153.2	31	73.4	71	7.7	41	19.4	85.4	?	?	?	?	?
%L	99.74	20.18	47.78	46.22	5.01	26.69	12.63	55.59	?	?	?	?	?

Tableau 21: Mesures biométriques de *Clypeaster marginatus*.

Description :

Espèce de grande taille, aussi longue que large, sa largeur constitue 99.74%L, subpentagonale, à contour arrondi et ondulé ; face supérieure relativement basse déprimée sur les bords qui sont étendus et très-minces, l'étoile ambulacraire forme une saillie au milieu du test, Pel représente 47.78%L ; face inférieure très empâté par le sédiment.

Disque apical subcentral formé d'une plaque monobasale pentagonale avec cinq pores génitaux situés au niveau des angles de la madréporite. Aires ambulacraires pétaloïdes, renflées, larges au milieu, étroites et resserrées à la base, presque fermés à leur partie distale PL représente 26.69%L et Pw égale à 12.63%L l'aire ambulacraire antérieure un peu plus longue que les autres.

Zones porifères déprimées, larges, formées d'anisopores arrondis, unis par un sillon oblique peu apparent. Les pores de la rangée externe sont égaux à ceux de la rangée interne. La dépression interporale test qui sépare les sillons est étroite et garnie d'une rangée régulière de petits tubercules plus ou moins espacés et dont le nombre diminue au fur à mesure que les zones porifères se rétrécissent on not jusqu'à 8 tubercules dans la portion la plus large.

Aires interambulacraires étroites et renflées au sommet, moins saillantes cependant que les aires ambulacraires. Tubercules très-petits scrobiculés et plus ou moins espacés à la face supérieure, plus apparents et plus serrés dans la région inframarginale.

Localité :

Terrains Miocènes d'El Amria, (Ain Temouchent).

II.6 Famille des Aatriclypeidae

Ordre : Echinolampadacea [Mongiardino Koch et al., 2018](#)

Sousordre : Scutelloida [Mongiardino Koch et al., 2018](#)

Infraordre : Scutelliformes [Haeckel, 1896](#)

Groupe Couronne Scutelliformes

Famille : Aatriclypeidae [Stefanini, 1912](#)

Genre : *Amphiope* L. [Agassiz, 1840](#)

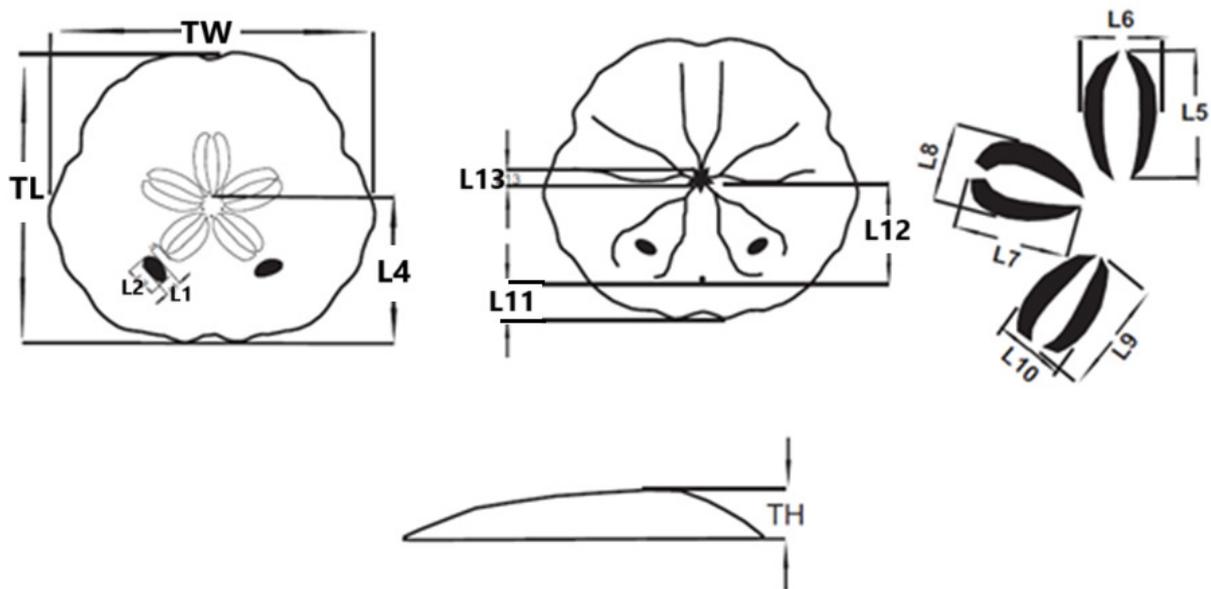


Figure 32: mesures biométriques utilisées pour l'études des *Amphiope*: TL- longueur du test ; H- hauteur du test ; TW- largeur du test ; L1- longueur du lunule ; L2 largeur du lunule ; L3- la distance du bout du pétale postérieur de la lunule correspondante ; L4- la distance du système apicale de la marge postérieure ; L5- longueur du pétale frontal ; L6- largeur du pétale frontal ; L7-L8- longueur et largeur respectives des pétales pairs antérieurs ; L9 -10 longueur et largeur respectives des pétales pairs postérieurs ; L11- distance du bord postérieur du périprocte et le bord du test ; L12- distance entre le bord postérieur du péristome et celui du périprocte ; L13- diamètre antéro-postérieur du cercle basicoronale ; PL- largeur du petaledium.

Espèce type :

Scutella bioculata Des Moulins, 1837, par désignation subséquente de Lambert (1907, p. 49).

Distribution :

De l'Oligocène au Miocène, du sud de l'Europe, Afrique du nord, moyen orient, l'Inde, et Angola.

a) *Amphiope depressa* Pomel, 1887

Pl. XV, fig. a, fig. b1-b3; fig. d1-d3

Synonymie :

1885. *Amphiope depressa* Pomel, pl. B XII, fig. 1 a, b, c ; pl. XIV, fig. 3-4.

1887. *Amphiope depressa* Pomel, p. 284.

1891. *Amphiope depressa* Pomel, Cotteau, et *al.*, fasc. X, p. 162.

Matériel :

15 spécimens, de la coupe de Tessala déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : AM-1, AM-15. (Tab.22).

	TL	TW	TH	PL	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13
AM-1	121.3	133	14.4	58.5	8.1	17.6	6.7	65.6	27.8	15.6	26.4	14.88	?	13.2	?	?	?
%TL		109.6	11.8	48.2	6.67	14.50	5.52	54.08	22.91	12.86	21.76	12.26	?	10.8			
AM-2	110	120	13.3	44.25	7.4	15.8	5.8	58.6	20.2	10	22.5	10.8	19.2	10.5	?	?	?
%TL		109.	12.09	40.22	6.72	14.36	5.27	53.27	18.36	9.09	20.45	9.81	17.45	9.54			
AM-3	100	108.2	13.1	40	7	14.8	?	55.3	19.5	10.2	18.7	11.1	16.2	10.4	?	?	?
%TL		108.2	13.1	40	7	14.8	?	55.3	19.5	10.2	18.7	11.1	16.2	10.4	?	?	?
AM-4	89.1	97	11.3	39.3	7.3	12.7	?	46.9	19	9.3	17	8.9	?	7.9	?	?	?
%TL		108.8	12.6	44.10	8.1	14.25	?	52.63	21.32	10.43	19.08	9.98	?	8.86	?	?	?
AM-5	87	99.6	11	36.55	7	14.2	4.7	48	16.9	9.1	16	10.4	15.65	9.4	?	?	?
%TL		114.4	12.64	42.01	8.04	16.32	5.40	55.17	19.42	10.45	18.39	11.95	17.98	10.80	?	?	?
AM-6	83.3	91.6	10.4	37	6.3	15	3.7	43.6	12.6	9.1	17.7	8.5	16.4	8.4	?	?	?
%TL		109.9	12.48	44.41	7.56	18	4.44	52.34	15.12	10.92	21.24	10.20	19.68	10.08	?	?	?
AM-7	93	100	11.55	42.5	7.3	14.5	2.8	48.3	20	11.6	17.8	10.8	18.3	11	8.25	34.4	3.7
%TL		107.5	12.41	45.69	7.8	15.59	3	51.93	21.50	12.47	19.14	11.61	19.67	11.82	8.87	36.98	3.97
AM-8	110	120	12	?	10	17	6.1	?	?	?	?	?	?	13	14	?	?
%TL		109	10.90	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
AM-9	58.25	61.95	7	25.7	2.4	7.9	3.3	29.9	11.6	5.8	12	7	11.1	6.8	?	?	?
%TL		106.3	12.01	44.12	4.1	13.56	5.66	51.33	19.91	9.95	20.60	12	19.05	11.67	?	?	?
AM-10	97	101.8	11	41.3	6.3	14	4.2	51.6	13.2	7.8	18.3	8.2	16.6	7.9	?	?	?
%TL		105	11.34	42.57	6.4	14.43	4.3	52.74	13.60	8.04	18.86	8.45	17.11	8.14	?	?	?
AM-11	85	95	11.7	39.2	5.25	11	3.9	44.8	19.5	11.2	19.4	11.8	18	11.6	9.4	30.7	2.4
%TL		111.76	13.76	46.11	6.17	12.94	4.58	52.70	22.94	13.17	22.82	13.88	21.17	13.64	11.05	36.11	2.82
AM-12	92	98	12.8	40.6	4.5	10.3	4.2	46.45	?	?	?	?	?	?	9.4	36.2	2.45
%TL		106.5	13.9	44.13	4.89	11.19	4.56	50.48	?	?	?	?	?	?	10.2	39.34	2.66
AM-13	100.2	104	13	45.65	5.3	9.7	4.5	53	21.1	9	21.3	9.1	20.5	9.6	?	31.7	3.7
%TL		103.7	12.9	45.55	5.28	9.6	4.49	52.89	21.05	8.98	21.25	9.09	20.48	9.58	?	31.63	3.69
AM-14	105	109.5	11.5	44.6	7	18.1	5.3	44.8	24.2	12.7	22.2	13	21.8	13.3	8.8	42.9	3.1
%TL		104.2	10.9	42.47	6.66	17.23	5.04	42.66	23.04	12.09	21.14	12.38	20.76	12.66	8.38	40.85	2.95
AM-15	102.7	106	12.6	44.69	8.3	18	3.3	44.7	23.6	11.7	21.7	12.6	18.9	12.8	11.1	37.35	3.5
%TL		103.2	12.2	43.51	8.08	17.52	3.21	44.58	22.98	11.39	21.13	12.26	18.40	12.46	10.8	36.36	3.40
Moyenne %		106.6	12.4	43.64	6.51	14.59	4.62	51.13	20.12	10.77	20.35	11.15	18.90	10.80	9.86	36.87	3.24

Tableau 22: Mesures biométriques d'*Amphiope depressa*.

Description :

Test moyen à grand discoïde, légèrement allongé transversalement beaucoup plus large que long ; sa largeur TW est entre 103.2 et 114.4%TL avec une moyenne de 106.60%TL, n=15, à bord anguleux et sinueux, la plus grande largeur se situe vers la partie postérieure du test, les indentations marquées par le passage des ambulacres du trivium ; ambulacres ; II, III, IV faiblement apparents dans l'ambulacre I et V le côté postérieur comporte deux lobules bien visibles de part et d'autre l'encoche anale.

La face supérieure plus ou moins déprimé sous l'étoile ambulacraire, convexe majoritairement au tiers antérieur, la déclivité est plus prononcée sur la face antérieure et faible sur la face postérieure ; la hauteur maximale du test est comprise entre 10.9 à 13.9%TL, avec une moyenne de 12.4% n=15 de la longueur totale du test et se situe dans la partie antérieure du test au niveau de l'ambulacre III, l'ambitus est mince et tranchant.

Les ambulacres de la face apical sont pétaloïdes, les pétales sont un peu convexes, inégaux, droits, fermés dans leur partie distale de forme lancéolée, la longueur du pétale impaire L5 représente 13.6 à 23.04%TL, de la longueur du test, avec une moyenne de 20.12%TL, n=13 et il s'étend à 50 % de la longueur du rayon correspondant, les pétales antérieurs d'une longueur L7 entre 8.39 et 22.82%TL, avec une moyenne de 20.35%TL, n=13, et d'une largeur L8 entre 8.45 et 13.88 avec une moyenne de 11.15%TL, n=13.

Interambulacraires Ils sont densément couverts de très petits tubercules perforés et, crénelés Sur la face orale, les interambulacres sont très légèrement gonflés sauf sur la face apicale où ils sont légèrement déprimés le long de leur suture centrale.

Les pétales postérieurs d'une longueur L9 entre 16.2 et 21.17%TL, avec une moyenne de 18.90%TL, n=11, et d'une largeur L10 entre 8.14 et 13.64 avec une moyenne de 10.80%TL, n=13. Zone interporifères légèrement convexes sub-lancéolée. Les pores à l'intérieur des pétales sont des anisopores conjuguées. Zones porifères bien striés, très larges, notablement séparés à leur origine, presque confluentes et fermant l'extrémité du pétale très arrondie et même un peu tronqué, surtout dans les postérieures.

Les sillons nourriciers : Les sillons nourriciers sont bien développés et bifurquent au bord des plaques basicoronal. Les pairs postérieures des sillons nourriciers s'étendent autour des lunules. Les sillons nourriciers n'atteignent pas la marge du test.

Les lunules sont situées dans les ambulacres I et V formant une légère saillie par leur rebord postérieur, sont allongées transversalement leur largeur L2 représente 9.6 à 18% avec une moyenne de 14.59% de la longueur du test n=14, tandis que leur longueur est de 4.1 à 8.1% de la longueur du test, d'une moyenne de 6.67%TL, n=14 ils sont séparés des pétales postérieurs par une distance L3 qui est de 3 à 5.66% TL, en moyenne de 4.62%TL, n=12 (fig. 33 ; tab. 21).

Face orale presque plane dans son ensemble, avec des dépressions en gouttières de moins en moins larges et profondes entre les branches des sillons ambulacraires et d'autres

qui se creusent sur les aires interambulacraires près de la bouche. Apex grand un peu déprimé, presque central, à madréporite pentagonale, avec quatre pores génitaux contigus à ses angles, (fig. 34).

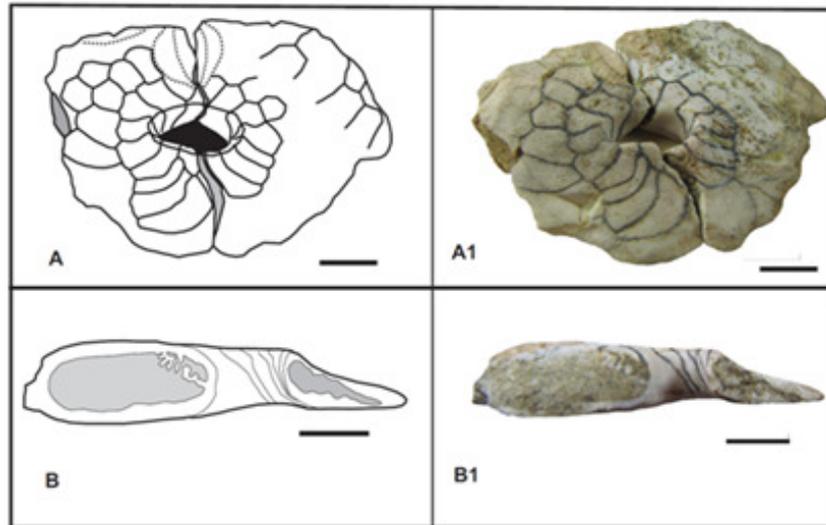


Figure 33: lunules de l'*Amphiope depressa*.

Péristome très petit, L13 entre 2.66 et 3.97%TL avec une moyenne de 3.24%TL, n=6 presque centrale, pentagonale, déprimée entre les légers bourrelets interambulacraires, entre lesquels se creusent des dépressions assez étendues mais allant en s'effaçant, sillon ambulacraire très accusé se bifurquant en ogive aigüe très près de la bouche, les branches plus au moins flexueuses peu divergentes vers la marge, tandis que celle des ambulacres postérieurs, se rapprochent puis divergent en contournant les lunules, pour converger de nouveaux derrière ces dernières.

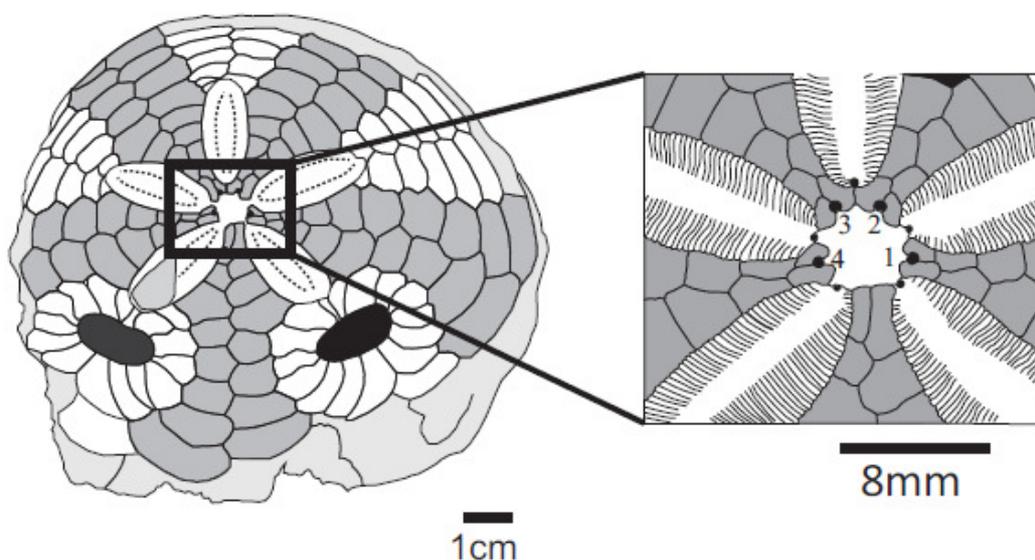


Figure 34: disque apical de l'*Amphiope depressa* avec 4 gonopores.
Spécimen AM-1

Le périprocte est de 2% de la longueur du test, il est situé entre les premières paires de plaques basicoronales il est séparé du péristome d'une distance L12 entre 31.63 et 40.85% de la longueur du test, avec une moyenne de 36.87%TL, n=6 et de la marge postérieure L11 entre 8.38 et 11.05%TL, d'une moyenne de 9.86%TL, n=5. L'ensemble des variations morphologiques du test sont illustrés (Tab. 21, fig. 35). Pétalédium assez grand PL entre 40 et 48.2%TL avec une moyenne de 43.79%TL, n=14.

L'étude des variations morphologiques des spécimens d'*Amphiope depressa*, révèle que les variations de la longueur des lunules, la hauteur du test, le diamètre du pétalédium, et la largeur du test sont proportionnelles aux variations de la longueur du test ce qui indique une croissance régulière et homogénéité de la population d'*Amphiope* et donc un milieu à paramètres écologiques relativement stables (fig.35).

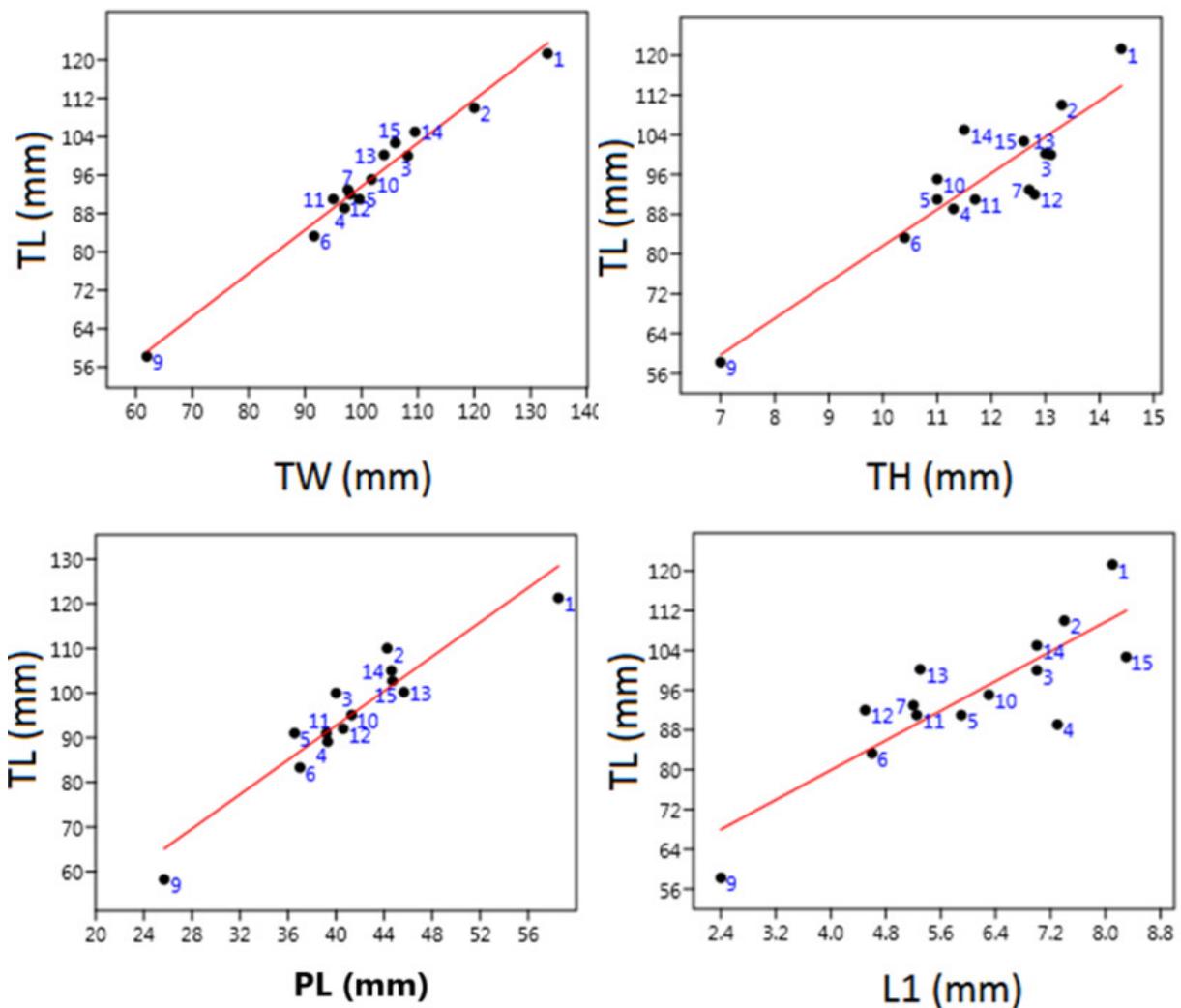


Figure 35: variations morphologiques chez *Amphiope depressa*.

En section longitudinale la structure interne est peu complexe avec un test à parois minces et une grande cavité centrale entre les éléments calcitiques composant le système de soutien interne dont la radiographie révèle un contour étoilé (fig. 36).

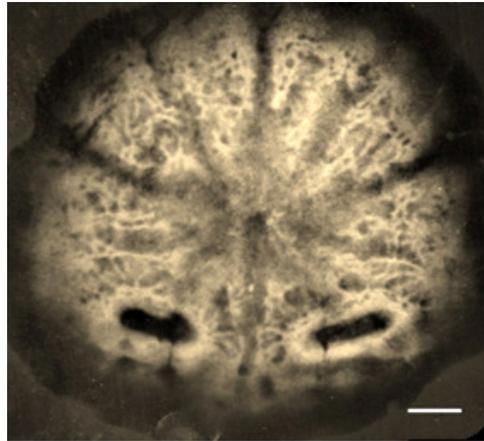


Figure 36: Image radiographique d'Amphiope depressa. Spécimen AM-5

Le plancher de la cavité centrale est légèrement concave, la partie supérieure comportant la zone porifère des pétales est légèrement convexe. Le système de soutien périphérique est très dense vers l'ambitus (fig. 37).

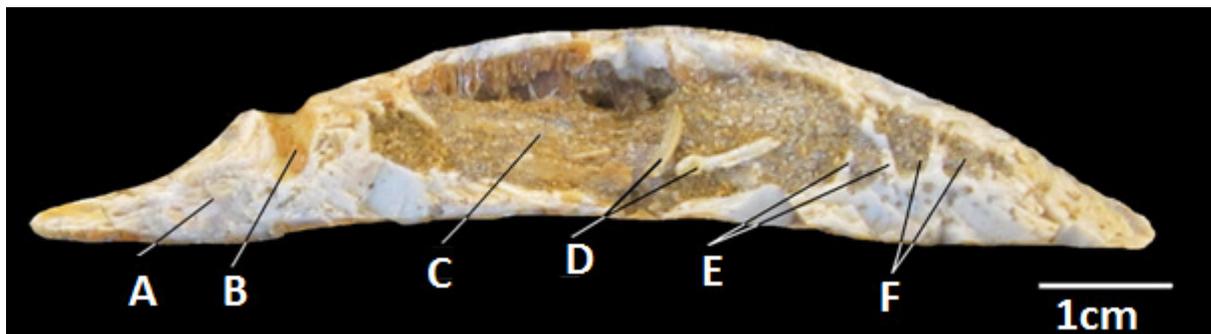


Figure 37: Structure interne de l'Amphiope depressa.

A= support périphérique massif, B= lunule, C= Cavité central, D= élément de la lanterne, E les premiers éléments des piliers périphériques, F= petites cavités.

Discussion :

Le caractère le plus important selon Pomel pour cette espèce est la présence de cinq pores génitaux, cependant l'ensemble des spécimens récoltés au sein de la localité où le même auteur a récolté cette espèce montrent seulement 4pores, Le cinquième pore semble être un caractère aberrant observer chez l'*Amphiope charamonte* (Paolo stara, communication orale). D'après les caractères résumés dans le tableau A. *depressa* s'intègre dans le groupe informel de « *Amphiope nuragica* Comaschi Caria, 1955, (Stara et borghi, 2014) ».

Localités :

Terrains Serravalo-Tortoniens de Ain Sofra (Tessala) et Arbal, (Ain Témouchent).

Ordre Spatangoida

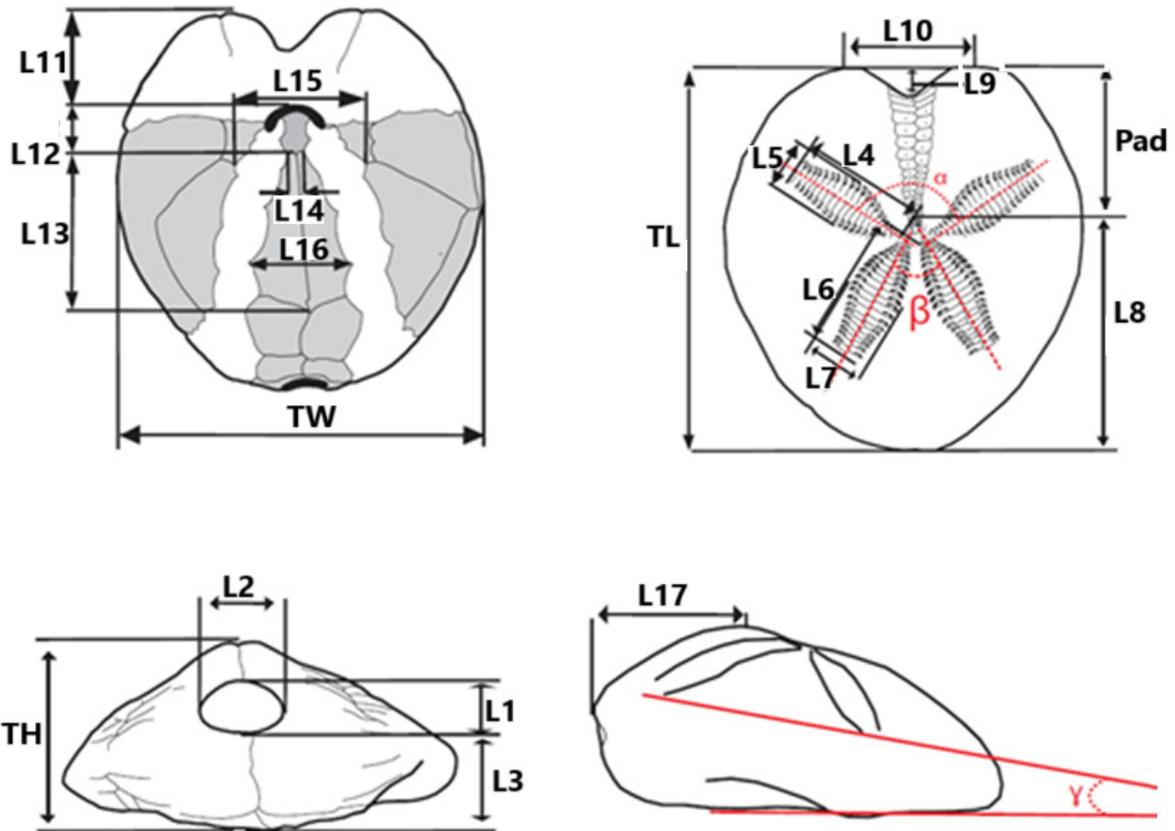


Figure 38: variables utilisées pour l'étude des spatangoides.

TL- longueur du test ; TH- hauteur du test ; TW- largeur du test α = angle entre les pétales pairs antérieurs; β = angle entre les pétales pairs postérieurs; γ = angle entre la ligne reliant les extrémités des deux pétales latéraux, et le plan de la face orale de l'échinide ; L1 = hauteur du périprocte; L2 = largeur du périprocte; L3 = distance entre la marge inférieure du périprocte et la base du; L4 = longueur les pétales pairs antérieurs; L5 = largeur des pétales pairs antérieurs; L6 = longueur les pétales pairs postérieurs ; L7 = largeur des pétales pairs postérieurs; L8 = distance entre les pores génitaux et la marge postérieure du test; L9 = profondeur du sinus antérieur à l'ambitus; L10 = distance entre l "l'épaule" frontal de l'échinide; L11 = distance entre l'extrémité et la marge antérieure du test; L12 = longueur du labrum; L13 = longueur des plaques sternales; L14 = largeur de la base du labrum; L15 = largeur du groupe formé par les plaques sternales et les plaques adjacentes des ambulacre I et V; L16 = largeur maximale du sternum ; L17 distance entre le point culminant du test et la partie postérieure du test ; Pad = l'apex et la marge antérieure du test.

II.7 Famille des Schizasteridae

Atelostomata von Zittel, 1879

Ordre Spatangoida Agassiz, 1840

Groupe couronne Spatangoida

Sous-ordre Paleopneustina Markov and Solovjev, 2001 (possible paraphyletique)

Famille Schizasteridae Lambert, 1905

Genre *Schizaster* L. Agassiz, 1835

a) *Schizaster* L. Agassiz, 1835

[=*Paraster* Pomel, 1869, p. 14; espèce type *Schizaster gibberulus* L. Agassiz, 1847; =*Aplospatangus* Lambert, 1907, p. 113, espèce type *Schyzaster eurynotus* Sismonda 1842; =*Prymnaster* Koehler, 1914, p. 187, espèce type *P. angulatus* Koehler, 1914, p. 187; =*Rotundaster* Lambert & Thiery, 1925, p 526, espèce type *Schizaster foveatus* Agassiz, 1889, p. 350; =*Brachybrissus* Pomel, 1883, p. 37, espèce type *Spatangus ambulacrum* Deshayes, 1831.

Type :

Schizaster studeri L. Agassiz, 1835, p. 185, par décision CINZ, 1948.

Distribution :

Eocène à l'actuel dans le monde entier.

Ecologie et biogéographie :

Les représentants actuels du genre *Schizaster* occupent souvent les substrats meubles à une profondeur entre 4 à 900m. Quatre espèces vivantes sont couramment attachés à ce sous genre (*Schizaster*). *S. Compactus* Koehler, 1914 (mer du Bengale et l'Ouest d'Australie, *S. (S.) lacunosus* (Linné, 1758) (région Indo malaise et l'ouest de l'Océan indien), et *S. (S.) orbignyana* Agassiz, 1880 (Caraïbes) (voire Mortensen, 1951; McNamarA & Philip, 1980b) ; (Kroh, 2005).

Ils sont des dépositivores et capables de fouir à une profondeur de 25cm dans les sédiments. Peu est connu sur leur biologie.

a.1) *Schizaster sahelensis* Pomel, 1887

Pl. XVI, fig. a1- a4

Synonymie :

1885. *Schizaster sahelensis* Pomel, Pl. A 13, fig. 1-5.

1887. *Schizaster sahelensis* Pomel, p. 72-73.

1891. *Schizaster sahelensis* Pomel, Cotteau, et al., p.111-113.

1928. *Schizaster saheliensis* Pomel, Lambert, p.30-31, pl. 7, fig. 5.

Matériel :

6 spécimens, de la coupe D'El Amria déposés au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **Sc-1, Sc-6.** (Tab.23).

TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17
SC-1	62.8	43	7	5.7	20.1	25.95	5.5	13.8	4.5	26.8	4.1	7.4	16.5	5.9	38.9	6.7	25	28	18
%TL	89.20	61.08	9.74	8.09	28.42	36.86	7.81	19.60	6.39	38.06	5.82	10.93	23.43	8.38	55.25	9.51	35.51	39.77	25.56
SC-2	51.4	38.3	7.2	5.1	17.2	25	4.9	11.4	3.8	25.9	3	7.85	11	4.5	40.15	4.5	21.4	27	16.2
%TL	84.95	63.30	11.90	8.43	28.43	41.32	8.09	18.84	6.28	42.81	4.95	12.97	18.18	7.43	66.34	7.43	35.37	46.28	26.77
SC-3	59	39.4	7	6.7	17.9	23.4	5.4	11.5	4.5	27.9	3	7	14.9	6.1	33.2	4.6	21.4	27.7	15.7
%TL	92.91	62.04	11.02	10.55	28.18	36.85	8.50	18.11	7.08	43.46	4.72	11.02	23.46	9.60	52.28	7.24	33.07	43.62	24.72
SC-4	57.3	40.1	5.8	4.3	17.9	27.1	5.4	13.2	4.2	28.7	4	7.6	14	5.2	34.6	5.2	21.5	25.2	16.5
%TL	91.24	63.85	9.23	6.84	28.50	43.15	8.59	21.01	6.68	45.07	6.36	11.46	22.29	8.28	55.09	8.28	34.8	40.12	26.27
SC-5	61	41.8	5	4	19.5	26.2	5.3	13.4	3.95	31	4.6	6.5	18.5	?	39.4	5.7	?	26.9	16.6
%TL	89.31	61.20	7.32	5.85	28.55	38.36	7.76	19.61	5.78	45.38	6.73	9.51	27.08	?	57.68	8.34	?	39.38	24.30
SC-6	64.8	41.5	6.2	5.2	19.2	27	5.9	13.7	5.5	31	4.5	7.5	?	?	?	?	?	?	14
%TL	90.50	57.96	8.65	7.26	26.81	37.70	8.24	19.13	7.68	43.29	6.28	10.47	?	?	?	?	?	?	19.55
Moyenne	89.68	61.57	9.64	7.83	28.14	39.04	8.16	19.38	6.64	43.01	5.81	11.06	22.88	8.42	57.32	8.16	34.68	41.83	24.52

Tableau 23: Mesures biométriques de *Schizaster saheliensis*.

Description :

Test de grande taille à contour cordiforme allongé suivant l'axe antéropostérieur, TW entre 84.95 et 92.91%TL avec une moyenne de 89.68%TL ; n=6, assez haut où la hauteur TH entre 57.96 et 63.85%TL avec une moyenne de 61.57%TL ; n=6, la marge antérieure est arrondie avec un sinus frontal bien apparent, L9 entre 4.72 et 6.73%TL avec une moyenne de 5.81%TL ; n=6. La marge postérieure rétrécie en pointe. La face supérieure est inclinée de

l'arrière vers l'avant le point culminant du test est plus près de l'apex à nid distance sur la carène archée de l'interambulacre V dont la distance du bord antérieur Pad représente 61-69%TL ; la carène interambulacraire postérieure se termine en un rostre qui couvre la face anale qui est un peu déprimée.

La face orale est légèrement renflée. L'appareil apical excentrique en arrière est situé dans une dépression formée par la saillie des interambulacres, L8 entre 38.06 et 45.38%TL avec une moyenne de 43.01%TL ; n=6. Système apicale ethmolyse, Les plaques génitales postérieures avec deux grands pores, qui sont absent au niveau des antérieures, la madréporite ne se prolonge que légèrement en arrière. (fig. 39).

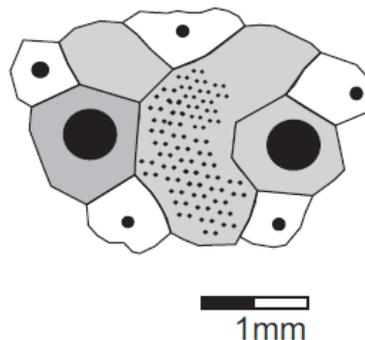


Figure 39: appareil apical de *Schizaster sahelensis*.
Spécimen Sc-1

L'ambulacre impair est logé dans un sillon profond et large L10 entre 9.51 et 12.97%TL avec une moyenne de 11.06%TL ; n=6, dont les bords sont surplombés par un replat des plaques extérieures des interambulacres. Ce sillon se rétrécit un peu près du bord au passage du fasciole. Les zones porifères sont droites très longues, étroites formées d'une série régulière de paires de pores rapprochées et restant également distantes jusqu'à l'endroit où passe le fasciole péripétale avec des Pores peu développés mais bien visibles séparés par un granule. La zone interporifère est très large

Les ambulacres sont pétaloïdes, enfoncés et ont tendance à se fermer distalement, les ambulacres pairs antérieurs d'une largeur L5 entre 7.76 et 8.59%TL avec une moyenne de 8.16%TL ; n=6, et d'une longueur L4 entre 36.85 et 43.15%TL avec une moyenne de 39.04%TL ; n=6, sont coudés près du sommet avec une légère inflexion à leurs extrémités distales, ils sont logés dans des sillons profonds peu larges à bords verticaux, leurs zones porifères sont larges

flanqués à moitié contre la paroi verticale formées de pores peu allongés bien ouverts conjugués par un fort sillon; une cloison saillante et granuleuse sépare les paires de pores, les plus rapprochées du sommet étant très réduites.

Les ambulacres postérieurs sont plus courts assez divergents logés dans des sillons d'abord pincé près de l'apex s'élargissant rapidement leur longueur L6 entre 18.11 et 21.01%TL avec une moyenne de 19.38%TL ; n=6, tandis que leur largeur L7 entre 5.78 et 7.68%TL avec une moyenne de 6.64%TL ; n=6. Les pétales pairs antérieurs forment entre eux un angle aigu d'environ 80°, les postérieurs un angle de 60°.

Les interambulacres sont fortement saillants et forment des carènes le long des pétales. Ils sont recouverts de petits tubercules primaires crénelés et perforés avec des reliefs distincts, bosses et aréoles inclinées ; les tubercules deviennent plus gros vers l'ambitus et à l'intérieur du fasciole péripétale. Sur la face orale, les tubercules primaires sont plus gros et plus fortement crénelés ; ils sont moins denses que sur la surface aborale, avec plus de tubercules secondaires entre eux ; les plus gros tubercules sont situés sur la moitié antérieure de la face orale, de part et d'autre du péristome. Sur la face orale, les ambulacres I et V forment des zones péri-plastronales longues et étroites dépourvues de tubercules primaires ; chacune porte quatre isopores divisées des deux côtés de l'extrémité postérieure du plastron.

Le plastron mesamphisterne (fig.40, a) est grand, ovale, sa largeur L16 est entre 39.38 et 46.28%TL avec une moyenne de 41.83%TL ; n=5, sensiblement renflé au-dessus des aires ambulacraires postérieures (fig. 40). ; il est couvert de nombreux tubercules sériés en forme d'éventail irradiant de la partie postérieure. Les tubercules primaires augmentent de taille depuis l'extrémité postérieure du plastron vers l'extrémité antérieure. Le labrum est moyennement large, en forme de T ; en contact avec les plaques sternales ; n'atteignant pas le début de la plaque ambulacraire 2 à l'arrière. Périprocte largement ovale, L1 entre 7.32 et 11.9%TL avec une moyenne de 9.64%TL ; n=6, L2 entre 5.85 et 10.55%TL avec une moyenne de 7.83%TL ; n=6, placé en haut de la face postérieure immédiatement au-dessous du rostre et au-dessus d'une area déprimée et rentrante L3 entre 26.81 et 28.55%TL avec une moyenne de 28.14%TL ; n=6.

Le péristome est rapproché du bord du test L11 entre 18.18 et 27.08%TL avec une moyenne de 22.88%TL ; n=6, réniforme bordé en arrière d'une lèvre large et saillante qui représente 12-16%TL en moyenne 13.5%L, entouré d'unipores à large partition périporale formant les phyllodes. Les aires ambulacraires du trivium forment de légers sillons (fig.40, b).

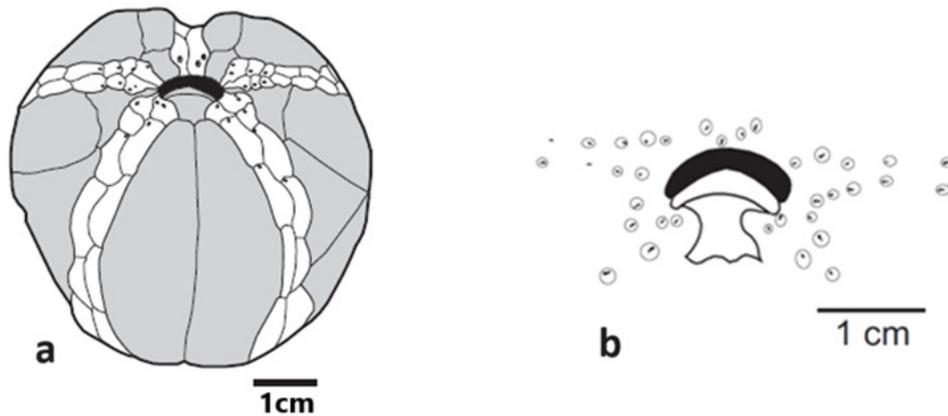


Figure 40: Architecture du plastron et phyllodes de *Schizaster sahelensis*.
Spécimen Sc-3

Le fasciole péripétale (fig.41) est grand, anguleux, pincé à chaque pli et plus développé à l'extrémité des sillons ambulacraires suivant parallèlement les pétales, droits en arrière oblique en avant et traversant le sillon à l'endroit où il l'atteint sans côtoyer les bords.

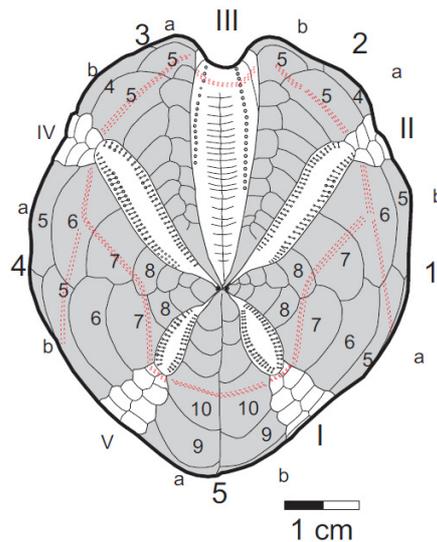


Figure 41: Fasciole péripétal de *Schizaster sahelensis*.
Spécimen Sc-1

Il s'agit d'un orthofasciole (*sensu* Néraudeau *et al.*, 1998); la trajectoire de ce fasciole (*sensu* Smith & Stockley, 2005) est [4, 4 :: 5 → 7,6:: 10], (fig.42).

Le fasciole latéro-sous-anal se détache en arrière des pétales antérieurs à peu près au tiers inférieur et va passer en écharpe sous le périprocte ; il est très étroit la trajectoire de ce fasciole [- , - :: 5,4 :: 6→4, 6→4], (fig.42).

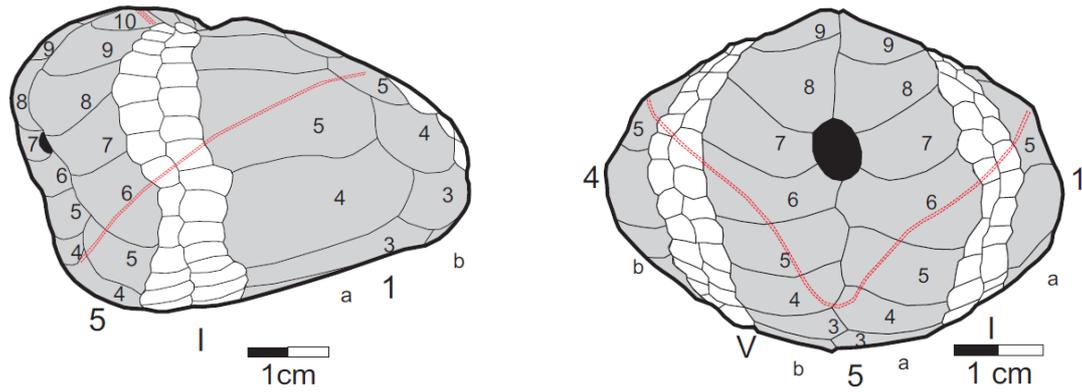


Figure 42 : Fasciole latéro-sous-anal de *Schizaster sahelensis*.
Spécimen Sc-1

Localités :

Terrains Miocènes d’Aral, Amria, (Ain Temouchent) et Jdiouia, (Relizane).

L’étude des variations morphométriques de *Schizaster sahelensis* révèlent une croissance proportionnelle de la largeur, la hauteur, et la distance entre l’apex et la marge antérieur du test par rapport à la longueur du test à l’exception de l’ambula cre impaire antérieur qui montre de grandes variations probablement en relation avec des changements dans les apports trophiques (fig. 43).

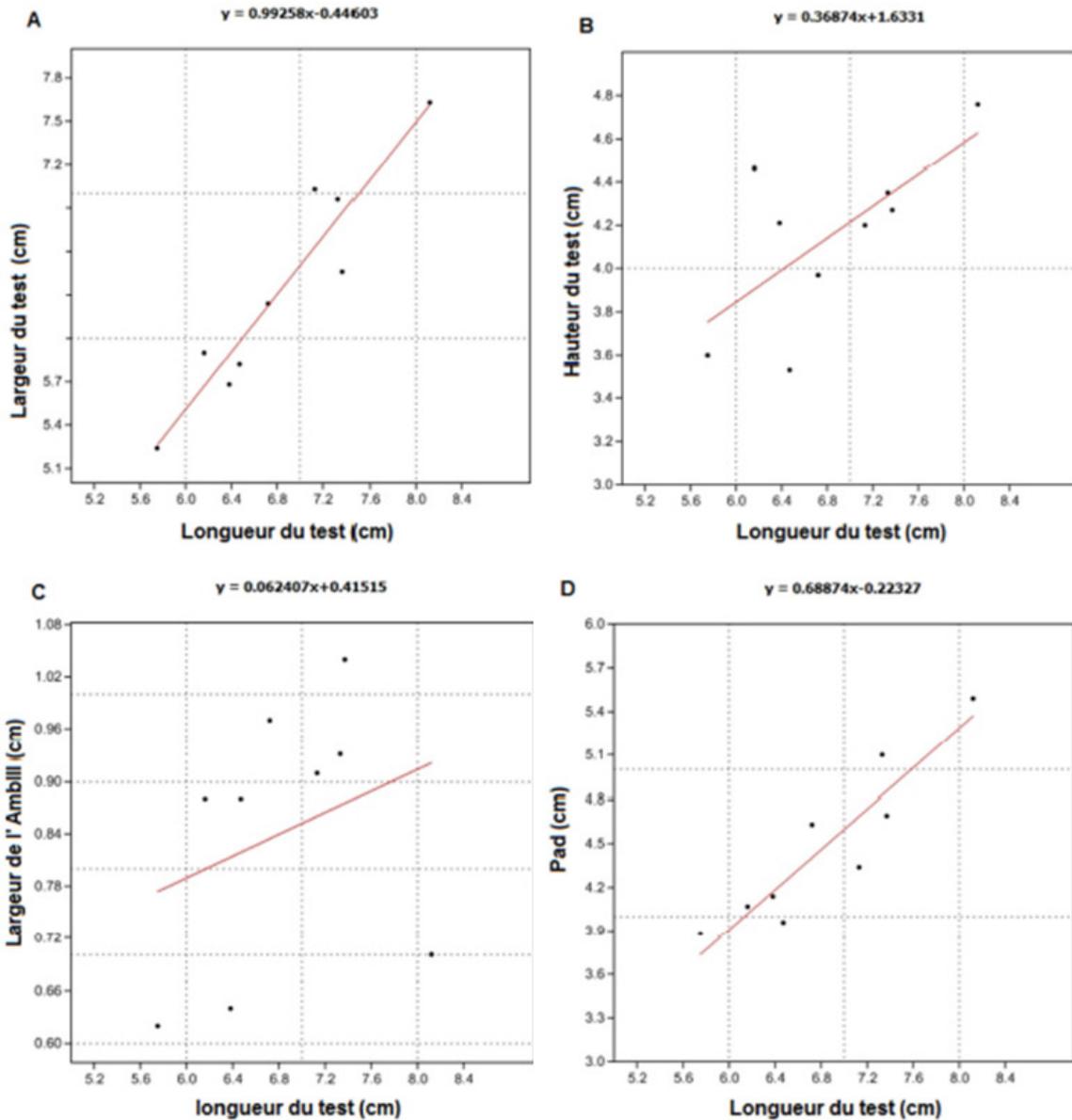


Figure 43: variations morphométriques de *Schizaster sahelensis*.

a.2) *Schizaster speciosus* Pomel, 1887

Pl. XVII, fig. a1, a2, a3; b1, b2, b3

Synonymie:

1885. *Schizaster speciosus* Pomel, pl. A XI, fig. 1-7.

1887. *Schizaster speciosus* Pomel, p. 70-72.

1891. *Schizaster speciosus* Pomel, Cotteau, et *al.*, fasc. X, p.116.

Matériel :

3 spécimens, de la coupe de Sig déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **S-sp-1- S-sp-3.** (Tab.24).

	TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17
S-sp-1	60	54.2	38.3	5.3	3	17	22	4.7	8.3	4	21	4.25	6.5	12.3	5	34.3	5	18.8	21.5	14
	%TL	90.33	64.71	8.83	5	28.33	36.66	7.83	13.83	6.66	35	7.08	10.83	20.5	8.33	57.16	8.33	31.33	35.83	23.33
S-sp-1	50.5	45	30.5	4.5	3.5	15.3	17.2	4.4	5.8	3	17.7	3.2	5	11.3	?	33.8	4.8	15.5	20	12
	%TL	95.45	60.39	8.91	6.93	30.29	34.05	8.71	11.48	5.94	35.05	6.33	9.90	22.37	?	66.93	9.50	30.69	39.60	23.76
S-sp-1	88	84	53.5	10.9	8.7	23.6	32	7.7	13	5.3	35	8.5	6	13	8	53	6.2	31.2	22	18.7
	%TL	85.68	60.79	12.38	9.88	26.81	36.36	8.75	14.77	6.23	39.77	9.65	6.81	14.77	9.09	60.22	7.04	35.45	25	21.25
	Moye																			
	mme	90.48	61.96	10.04	7.27	28.47	35.58	8.43	13.36	6.27	36.60	7.68	9.18	19.21	8.71	61.43	8.29	32.49	33.47	22.78

Tableau 24: Mesures biométriques de *Schizaster speciosus*.

Description :

Test de grand taille allongé suivant l'axe antéropostérieur, la largeur maximale du test correspond à 85.68-95.45%TL (moyenne 90.48%TL). La partie postérieure est très haute TH entre 60.39 et 64.71%TL (moyenne 61.96%TL ; N=3), situé en arrière de l'apex sur la courbure de la carène de l'interambulacre V. La partie antérieure de forme ovale fortement

échancrée par le sillon antérieur, la partie postérieure rétrécie en pointe. Face supérieure légèrement inclinée suivant l'axe antéropostérieur, le point culminant se situe à l'arrière plus près de l'apex ; L17 se situe entre 21.25 et 23.76%TL avec une moyenne de 22.78%TL ; n=3. Face postérieure déprimée sous le rostre interambulacraire ; face orale renflée avec plastron convexe, (Fig.36). Apex excentrique en arrière la longueur totale L8 se situe entre 35 et 39.74%TL avec une moyenne de 36.60%TL ; n=3.

Appareil apical ethmolyse (fig. 44) placé dans une dépression formée par la saillie des aires interambulacraires, pad= 63.2-67%L (moyenne 66%L) ; il ne porte que deux pores génitaux postérieurs qui sont largement ouverts. La plaque madréporite est médiocrement développée et ne se prolonge que très peu en arrière, (Fig.44). Ambulacre impair logé dans un sillon très profond L9 se situe entre 6.33 et 9.65%TL avec une moyenne de 7.68%TL ; n=3 et large L10 se situe entre 6.81 et 10.83%TL avec une moyenne de 9.18%TL ; n=, à partir du sommet et se prolonge jusqu'au bord à peine rétréci au passage du fasciole. Les parois sont abruptes et surplombées par le bord des aires interambulacraires. Les carènes sont noduleuses parsemés quelques gros tubercules près de l'apex.

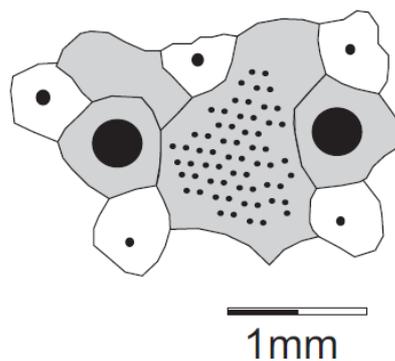


Figure 44: Appareil apical de *Schizaster speciosus*.
Spécimen S-sp-1

Zones porifères étroites, longues et droites ; les paires sont serrées et toujours à égale distance l'une de l'autre ; s'écartant près de l'endroit où elles rencontrent le fasciole. Zone interporifères large à sutures apparentes couvertes de granules qui augmentent de volume sur les côtés.

Ambulacres pairs antérieurs longs, L4 se situe entre 34.5 et 36.66%TL avec une moyenne de 35.58%TL ; n=3, assez larges, L5 se situe entre 7.83 et 8.71%TL avec une moyenne de 8.43%TL ; n=3, fortement pincés près de l'apex un peu flexueux. Les pétales sont situés dans des sillons profonds à parois verticales. Zones porifères larges composées de paires d'isopores allongés serrés conjugués par un sillon bien marqué. Zone interporifères finement granuleuse plus étroite que la zone porifère.

Les pétales postérieurs sont plus courts assez divergents logés dans des sillons d'abord pincés près de l'apex s'élargissant rapidement leur longueur L6 se situe entre 11.48 et

14.77%TL avec une moyenne de 13.36%TL ; n=3, leur largeur L7 se situe entre 5.94 et 6.66%TL avec une moyenne de 6.27%TL ; n=3. Le sillon qui les renferme s'arrondit à l'extrémité. Aires interambulacraires antérieures étroites près de l'apex saillantes double carénés portant deux lignes de nodosités qui divergent à la partie inférieure. Les pétales pairs antérieurs forment entre eux un angle aigu d'environ 60°, les postérieurs un angle de 65°.

Interambulacres latéraux très larges à la base formée de grandes plaques irrégulièrement hexagonales se rétrécissant à partir du fasciole péripétale pour s'achevés près de l'apex par un bord tronqué. L'interambulacre impair est fortement arqué bien saillant formant le rostre terminal.

Fasciole péripétale anguleux, large, pincé à chaque pli où se trouve une nodosité ; il est presque droit en arrière traverse les interambulacres latéraux en faisant une courbe à long rayon et passe en avant très près du bord traversant obliquement les interambulacres antérieurs sans longer le sillon il s'agit d'un orthofasciole (*sensu* Néraudeau *et al.*, 1998) ; la trajectoire de ce fasciole (*sensu* Smith & Stockley, 2005) est [4, 5 :: 5 → 7, 7 :: 10]. Fasciole latéro-sous- anal très étroit il se détache assez haut en arrière des pétales antérieurs et traverse obliquement les interambulacres latéraux 1 et 4 et les ambulacres I et IV pour aller former un grand pli au-dessous du périprocte la trajectoire de ce fasciole [- , - :: 5, 6 :: 6 → 4].

Péristome un peu éloigné du bord, L11 se situe entre 14.77 et 22.37%TL avec une moyenne de 19.21%TL ; n=3, réniforme avec lèvre postérieure grande et saillante L14 se situe entre 7.04 et 9.50%TL avec une moyenne de 8.29%TL ; n=3, entouré de phyllodes formés par des unipores à large partition périporale (fig. 46).

Plastron large, L16 se situe entre 25 et 39.60%TL avec une moyenne de 33.47%TL ; n=3 ovale, couvert de séries de tubercules serrés en éventail augmentant de volume de la marge postérieure du plastron vers sa partie antérieure. Les aires ambulacraires qui le bordent sont assez étroites (fig. 45).



Figure 45: Architecture du plastron et phyllodes de *Schizaster speciosus*
Spécimen S-sp-1

Périprocte largement ovale presque rond, L1 se situe entre 8.83 et 12.38%TL avec une moyenne de 10.04%TL ; n=3 ; L2 se situe entre 5 et 9.88%TL avec une moyenne de 7.27%TL ; n=3, placé assez bas au-dessous de l'auvent postérieur qui est très épais, d'une distance de la marge L3 entre 26.81 et 30.29%TL avec une moyenne de 28.47%TL ; n=3. Au-dessous du périprocte une longue area triangulaire déprimée limitée par le fasciole péripétal.

Localité :

Terrains Pliocènes de Sig.

a.3) *Schizaster cavernosus*, Pomel 1885

Pl.XX, fig. b1, b2; (Spécimen, S-cav-1).

Synonymie :

1885 *Schizaster cavernosus*, Pomel, pl. A XXV, fig. 6-8, inédites.

1887 *Schizaster cavernosus*, Pomel, p. 76-78.

1891 *Schizaster cavernosus* Pomel, Cotteau, et *al.*, fasc. X, p.120.

Matériel :

2 spécimens, de la coupe de Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **S-cav-1- S-cav-2**. (Tab.25).

	S-cav1	%T6L	S-cav2	%TL	Moyenne
TL	74		71		
TW	69.9	94.45	61	85.95	90.18
TH	43.5	58.78	46.6	65.63	62.20
L1	5	6.75	9	12.67	9.71
L2	4.8	4.48	4.6	6.47	6.47
L3	23.8	32.16	23	32.39	32.26
L4	27.5	37.16	26.2	36.90	37.02
L5	4.9	6.08	5	7.04	6.53
L6	11.3	15.27	13	18.30	16.78
L7	4	5.40	4	5.63	5.51
L8	25.4	34.32	28.3	39.38	36.85
L9	?	?	4.4	6.19	6.19
L10	?	?	6	8.45	8.45
L11	13.3	17.97	15.5	21.83	19.9
L12	?	?	?		
L13	41	55.40	39.5	55.63	55.51
L14	?		?		
L15	?		?		
L16	30.5	41.21	27	38.02	39.61
L17	22	29.72	22	30.98	30.35

Tableau 25: Mesures biométriques de *Schizaster cavernosus*.

Description :

Grand test, allongé antéropostérieurement, la largeur maximale située à l'avant se l'apex est entre 85.91 et 94.45%TL avec une moyenne de 90.18%TL ; n=2, à pourtour presque en losange avec une longue inclinaison en avant et bien échancré, faiblement incliné vers l'arrière a mi-distance sur la carène de l'interambulacre 5. Le test est un peu épais à l'arrière et aminci à l'avant. La plus grande hauteur TH est entre 58.78 et 65.63%TL avec une moyenne de 62.20%TL ; n=2. Apex un peu déprimé à deux pores génitaux excentrique en arrière L8 entre 34.32 et 39.385%TL avec une moyenne de 36.85%TL ; n=2.

Ambulacre impair antérieur L10 est égale à 8.45%TL, formé de paires de pores serrées en une seule série le long du pli du sillon ambulacraire les isopores sont petits séparés par un granule. Le sillon, est large, très profond se resserrant un peu vers la partie antérieure du test qu'il échancre fortement L9 est de 6.19%TL et se poursuit sur la face orale en faible sillon jusqu'au péristome. Ses parois verticales sont creusées sous la bande formée par les plis des interambulacres 2 et 3.

Pétales fortement coudés à leurs parties proximales puis presque droits, leur longueur L4 se situe entre 36.90 et 37.90%TL avec une moyenne de 37.02%TL ; n=2, tandis que leur largeur L5 est entre 6.8 et 7.04%TL avec une moyenne de 6.53%TL ; n=2, serrés contre le sillon impair moins profonds divergeant entre eux de 70°. La longueur des pétales postérieurs L6 se situe entre 15.27 et 18.30%TL avec une moyenne de 16.78%TL ; n=2, leur largeur L7 est entre 5.40 et 5.63%TL avec une moyenne de 5.51%TL ; n=2, ils forment un angle de 75°. Fasciole péripétale parallèlement près des pétales et croisant le sillon impair près du bord. Interambulacres antérieurs très étroits saillants carénée entre les sillons des pétales ambulacraires ; les interambulacres latéraux contractés et peu saillant près de l'apex. Sur la partie postérieur du test l'interambulacre impair assez épais, en carène courbé en auvent incliné vers l'arrière.

Péristome assez éloigné du bord L11 se situe entre 17.97 et 21.83%TL avec une moyenne de 19.9%TL ; n=2, réniforme à lèvre brisée faiblement déprimé au pourtour, pmW= 14%L.

Périprocte au sommet de la face postérieure rostrée, L1 se situe entre 6.75 et 12.67%TL avec une moyenne de 9.712%TL ; n=2. Plastron mesamphisterne un peu convexe, rétréci sur sa marge postérieure ; L16 est entre 38.02 et 41.21%TL avec une moyenne de 39.61%TL ; n=2, talon un peu arrondi et saillant en arrière. Fasciole latéro-sous-anal débutant vers le milieu des pétales antérieurs se terminant en « v » sur la face postérieure sous le périprocte.

Localité :

Terrain Miocène de Jdiouia (Relizane).

a.4) *Schizaster phrynus*, Pomel, 1887

Pl. XIX, fig. a1, a2, a3; fig. b1, b2, b3

Synonymie :

- 1885. *Schizaster phrynus*, Pomel, pl. 29 A, fig.6-8.
- 1887. *Schizaster phrynus*, Pomel, p. 101-103.
- 1870. *Schizaster scillae* Nicaise, p. 93
- 1855. *Schizaster eurynotus* Wright. p. 262.
- 1891. *Schizaster phrynus* Pomel, Cotteau, et *al.*, fasc. X, p.121.

Matériel :

2 spécimens, de la coupe de Jdiouia déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **S-ph-1- S-ph-2.** (Tab.26).

	TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17
S-ph 1	63.3	51.6	?	6	4.5	?	26.6	5.5	14.8	4.5	26.5	4.2	8.4	15.7	4.5	34	3.8	24	24	22
%TL		81.51	?	9.47	7.10	?	42.02	8	23.38	7.10	41.86	6.63	13.97	24.80	7.10	53.71	6	37.9	37.9	34.75
S-ph 2	60	50.7	43.3	3.6	4.2	19	25.7	5.4	12.8	4.3	29.4	3.8	6.8	15	?	?	?	21.7	?	21.5
%TL		84.5	72.16	6	7	31.66	42.83	9	21.33	7.16	41	6.33	11.33	25	?	?	?	36.56	?	35.83
Moyenne%TL		83	72.16	7.73	7.5	31.66	42.42	8.5	22.35	7.13	41.43	6.48	12.65	24.9	7.10	53.71	6	37.23	37.9	35.29

Tableau 26: Mesures biométriques de *Schizaster phrynus*.

Description :

Grand oursin à contour cordiforme TW= 81.51-84.5%TL (avec une moyenne de 83%TL ; n=2) avec un profond sillon qui échancre la partie antérieure du test à l'ambitus L9 = 6.33-6.63%TL (avec une moyenne de 6.48%TL ; n=2) élargi vers le milieu sur les côtés, rétréci à l'arrière. Face postérieure rostrée sur sa partie supérieure arrondi et tronquée obliquement ; face supérieure largement inclinée vers l'avant.

Apex déprimé, petit à 4 pores génitaux excentriques en arrière. Ambulacre impair antérieur formé de paires d'isopores obliques nombreuses en série simple à pores petits séparées par un granule saillant placées dans le pli du sillon ambulacraires.

Le sillon de l'ambulacre antérieur est large presque dès son début, il représente 11.33-13.97%TL, (avec une moyenne de 12.65%TL ; n=2) se rétrécissant un peu à l'avant peu profond à parois abruptes sous la marge carénée formée par le bord des interambulacres 2 et 3 ; sur la face orale le sillon est moins profond vers le péristome. Pétales antérieurs coulés près de l'apex longs, droits puis un peu flexueux à leurs extrémités distales, leur longueur L4 varie entre 42.02-42.83%TL, (avec une moyenne de 42.42%TL ; n=2) divergeant entre eux de 55° à

60° ; les postérieurs flexueux ayant la longueur égalant 52.68% de la longueur des antérieurs et assez divergents, L6 entre 21.33 et 23.33%TL (avec une moyenne de 22.35%TL ; n=2). Fasciole péripétal est de type orthofasciole très marqué relativement large un peu déprimé serrant de près les pétales et formant un lobe assez saillant au croisement du sillon impair sa trajectoire est [4, 4 :: 5 → 7,6 :: 10].

Interambulacres antérieurs assez saillants entre les sillons en forme de côte large en avant, minces et carénés vers l'arrière qui se réduit contre l'apex ; les côtés vers les pétales sont inclinés en pente douce ceux vers le sillon sont en côtes arrondies terminés par une faible arête au bord, les interambulacres latéraux assez renflés et tronqués au sommet. L'interambulacre postérieur saillant en carène qui devient arrondi en se rapprochant du bord postérieur pour former le rostre.

Péristome assez éloigné du bord L11 = 24.80 et 25%TL (avec une moyenne de 24.9%TL ; n=2), presque à fleur de test réniforme, la plaque labrale représente L12 = 7.10%TL.

Périprocte ovale d'une longueur L1 = 6-9.45%TL (avec une moyenne de 7.73%TL ; n=2); et une largeur L2 = 7-7.10%TL (avec une moyenne de 7.5%TL ; n=2), situé sous le rostre de la face postérieure dans un area déprimé étroit rétrécie vers sa partie inférieure et tronquée à près du bord du talon L3 = 31.66%TL, (n=1).

Fasciole latéro-sous-anal se bifurquant derrière le pétale antérieur descendant en écharpe sur les flancs et s'abaissant fortement à hauteur de l'anus pour circonscrire l'area sous-anal, [- , - :: 5,4 :: 5 → 4,5 → 5,4].

Plastron mesamphisterne grand, ovale, L13 = 53.31%TL, L16 = 37.9%TL, peu resserré à l'avant presque plat sa marge postérieure est tronquée et arrondi bordé sur les côtés par les ambulacres I et V, le point culminant du test se situe à une distance L17 en moyenne de 35.29%TL. Cet oursin beaucoup d'affinités avec *Schizaster sillae* et *S. eurynotus* d'Agassiz.

Localité :

Terrains miocènes de Jdiouia (Relizane).

Cet oursin a beaucoup d'affinités avec *S. eurynotus* d'Agassiz. Mais les pétales pairs postérieurs semblent plus longs, et l'apex un peu excentrique en avant, et de *S. scilae* par sa partie supéro--postérieure un peu atténuer.

a.5) *Schizaster barbarus* Pomel, 1887

Pl. XX, fig. a1-a4

Synonymie :

1885 *Schizaster barbarus* Pomel, pl. A X, fig. 1-2 ; pl. A XXV, fig. 2-5.

1887 *Schizaster barbarus* Pomel, p.75-76.

1891 *Schizaster barbarus* Pomel, Cotteau, et *al.*, fasc. X, p.120.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe de Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **S-bar-1**. (Tab.27).

S. barbarus		%TL
TL	46.2	
TW	42	90.90
TH	32.2	69.69
L1	3.2	6.92
L2	2.4	5.19
L3	18	38.96
L4	17	36.79
L5	4.7	10.17
L6	5.2	11.25
L7	2.8	6.06
L8	13.8	29.87
L9	3.8	8.22
L10	5	10.82
L11	7.2	15.58
L12	3.3	7.14
L13	30	64.93
L14	3	6.49
L15	15.5	33.55
L16	23	49.78
L17	7.7	16.66

Tableau 27 : Mesures biométriques de *Schizaster barbarus*.

Description :

Grand oursin ovale cordiforme, TW = 98% TL assez épais à l'arrière, incliné en avant dans presque toute sa longueur, un peu incliné en arrière. Face postérieure et presque tronquée

verticalement, rostrée sur sa partie supérieure sa hauteur maximale en arrière de l'apex TH=69.69TL.

Apex assez déprimé à 2 pores génitaux, excentrique en arrière, pad = 72% TL. Ambulacre impaire formé de paires de pores serrés sur une seule rangée au pied de la paroi verticale du sillon profond, large, L9 = 8.22% TL, se rétrécissant en avant et s'atténuant en une simple gouttière vers le péristome.

Pétales bien creusés, les antérieures bien coudés près du sommet, puis droits et à peine flexueux à leur partie distale, courts, L4= 36.79% TL, divergeant entre eux de 75° ; les postérieurs à fossette ovale, d'une longueur ; L6=11.25TL, formant un angle de 60°.

Fasciole péripétale serrant de près et parallèlement les pétales et croisant le sillon impair près de son extrémité. Interambulacres antérieurs étroits et bien saillants entre les sillons, en côte anguleuse dont les crêtes convergent en une seule carène plus au moins aigue et fléchie vers le sommet ; les latéraux assez renflés, contractés et longuement tronqué à leur partie supérieure, le postérieur épais, caréné, arrondi et incliné en arrière.

Péristome petit, d'une distance du bord antérieur L11= 15.58%TL, réniforme, labié, presque à fleur de test. Périprocte ovale sous le rostre, L2 = 5.19%TL, surmontant une area assez haute, peu déprimée, étroite. Plastron ovale lancéolé, L6 = 49.78%TL, atténué en arrière, à talon arrondi bordé par les aires ambulacraires lisses.

Fasciole latéro-sous-anal étroit, débutant en arrière des pétales antérieurs puis descend les flancs à hauteur de l'anus, pour encadrer l'area sous anal.

Rapport de différences :

Cette espèce est proche de *Schizaster leithanus* Laube, 1884 ; mais elle diffère par sa moindre largeur et ses pétales un peu plus courts et non flexueux.

Localité : Terrains helvétien des environs de Chlef.

a.6) *Schizaster maurus* Pomel, 1887

Pl. XVIII, fig. b1-b3

Synonymie :

1885 *Schizaster maurus*, Pomel, pl, A12, fig. 1-9 [pl.28, fig. 5 ;pl, 29, fig.4].

1887 *Schizaster maurus*, Pomel, p 87-89.

1891 *Schizaster maurus* Pomel, Cotteau, et al., fasc. X, p.118.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe de Sig déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **S-mau-1**. (Tab.28).

	S-mau	%TL
TL	58.45	
TW	55	94.09
TH	29.3	50.12
L1	6.1	10.43
L2	5.8	9.92
L3	14.5	24.80
L4	21.5	36.78
L5	4.2	7.18
L6	8.5	14.54
L7	2.55	4.36
L8	19.3	33.02
L9	3	5.13
L10	6.55	11.20
L11	10	11.20
L12	6.5	11.12
L13	28.3	48.41
L14	4.5	7.69
L15	19.5	33.36
L16	22.7	38.83
L17	11.5	19.67

Tableau 28: Mesures biométriques de *Schizaster maurus*.

Description :

Test d'assez grande taille TW= 94.09%TL, de forme ovale rétrécie en avant et surtout en arrière élargie au milieu ; partie antérieure échancrée par le sillon impair L9 égale à 5.13%TL. Face supérieure inclinée d'arrière en avant, le point culminant à mi-distance entre l'appareil apical et le bord postérieur TH= 50.12%TL. Face postérieure rostrée dans sa partie supérieure et déprimé dans sa partie inférieure ; ambitus arrondi sur les côtés.

Face orale renflée avec plastron mesamphisterne ovale L16= 38.83%TL (fig. 46). Apex excentrique en arrière aux d'une distance ; pad = 66%TL. Ambulacre impair logé dans un sillon profond, un peu élargi, L10 représente 11.20%TL, se resserrant un peu à l'extrémité antérieure. Les paires de pores assez serrées sont alignées irrégulièrement.

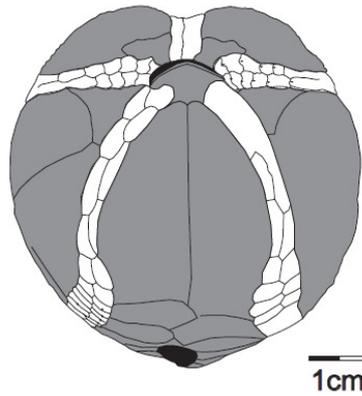


Figure 46: Architecture des plaques de la face orale de *S. maurus*.
Spécimen S-mau-1

Ambulacres pairs peu divergents coudés à leurs naissances un peu flexueux leurs extrémités distales logées dans des sillons moins profonds que celui de l'ambulacre impair, la longueur des antérieures égalant $L4=36.78\%TL$ de longueur et $L6=7.18\%TL$ de largeur. Zones porifères égales ayant les paires serrées. Les isopores allongés surtout les extérieurs reliés par un sillon. Les pétales postérieurs sont très courts et n'atteignent même pas la moitié de la longueur des antérieures $L6$ égalant $14.54\%TL$ et $L7$ à $4.36\%TL$. Les pétales pairs antérieurs forment entre eux un angle aigu d'environ 60° , les postérieurs un angle de 55° .

Interambulacres antérieurs étroits, carénés se repliant sur le bord du sillon impair. Interambulacres latéraux larges et noduleux, saillants près du sommet. Interambulacre impair court faiblement caréné à la face supérieure en partie incliné vers l'arrière.

Fasciole péripétale large à l'extrémité des ambulacres pincé à chaque coude passant en avant assez près du bord sur deux nodules des carènes du sillon. Fasciole latéro-sous-anal beaucoup plus étroite se détachant à peu près à moitié de la longueur des ambulacres pairs et descend sur les côtés en limitant la zone sous-anale.

Péristome peu éloigné du bord, $L11 = 11.20\%TL$, transverse bien labié. Plastron ovale, mesamphisterne $L13 = 48.41\%TL$, un peu renflé limité de chaque côté par de larges areas ambulacraires couvert de tubercules serrés disposés en éventail diminuant de volume à mesure qu'ils s'éloignent du péristome.

Périprocte ovale, $L1=10.43\%TL$ et $L2=9.92\%TL$, placé sous le rostre de l'interambulacre impair dans un area oblique déprimée à la partie inférieure.

Localité :

Terrains Miocène de Sig.

Discussion :

Cet oursin a quelques affinités avec *S. saheliensis* mais ses ambulacres pairs postérieurs son plus petit, et son péristome est plus proche du bord antérieur, de *Schizaster eurynoyus* par sa moindre hauteur et ses pétales moins larges.

Sous-ordre Paleopneustina [Markov & Solovjev 2001](#)

Famille Schizasteridae [Lambert, 1905](#)

Genre *Opissaster* [Pomel, 1883](#)

b) *Opissaster* Pomel, 1883

[=*Aliaster* Valdinucci, 1974, p. 453, espèce type *Opissaster lovisatoi* Cotteau, 1895]

Opissaster Pomel. Test ovoïde cordiforme ; apex plus ou moins excentrique en arrière ; 2 pores génitaux. Ambulacre antérieur simple dans un sillon abrupt moins creux en avant, mais échancrant le pourtour. Pétales antérieurs obliques en avant, flexueux près de l'apex, creux ; les postérieurs bien plus petits. Péristome labié, médiocre, rapproché du bord ; périprocte petit au haut d'un aréa postérieure. Fasciole péripétale sinueux.

Distribution :

Eocène inférieur au Pliocène ; Afrique du nord moyen orient.

Type : *Opissaster polygonalis* Pomel, 1869, p. 37, par désignation original.

b.1) *Opissaster insignis* pomel, 1883

Pl. XXII, fig. b1, b2, b3

Synonymie :

1885 *Aliaster insignis* Pomel, pl. A XXX, fig. 1 à 3.

1887 *Opissaster insignis* Pomel, p. 105.

1891 *Opissaster jourdyi*, Cotteau, et al., p. 125-127 ; pl. 3, fig. 4.

1891 *Opissaster insignis* Pomel ; Cotteau, et al., p.127.

1975 *Aliaster (Opissaster) insignis* (Pomel, 1887) ; Valdinucci, p. 475.

1982 *Opissaster insignis* Pomel 1887., Lachkhem H. p. 140.

1995 *Aliaster insignis* (Pomel 1887) ; Lachkhem and Roman, p. 257.

2005 *Aliaster insignis* (Pomel 1887) ; Kroh, p. 159.

2022 *Opissaster. insignis* Pomel, 1887 ; Stara et al.

Matériel :

8 spécimens, de la coupe de Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **OR-1- S, OR-8.** (Tab.29).

Spécimens	OR 1	OR 2	OR3	OR 4	OR 5	OR 6	OR7	OR8	Moyenne	Intervale
TL (mm)	97	95	76.2	71.5	75	86	103.7		86.34	71.5-103.7
TW (% TL)	112	100	104	100	86.6	97.5	98		99.72	97.5-112
TH (% TL)	59	62	61	56	39.6	48			54.26	48-65
L1 (% TL)		8.5							8.5	
L2 (% TL)		7.9							7.9	
L3 (% TL)		32.8							32.8	
L4 (% TL)	43.8	37	42	40.6		37	38.2		39.76	37-43.8
L5 (% TL)	6.9	6	6.6	10		6.7	6		7.03	6-10
L6 (% TL)	24.7	25	29	23		21.2	22.7		24.26	21,2-29
L7 (% TL)	8.6	8	7.9	10.2		7.3	5.8		7.96	5.8-10.2
L8 (% TL)	42.2	39.3		47.5		42	44.2		43.04	39.3-47.5
L9 (% TL)	6.4	8.7	8.7	8.5	6	7.0	6		7.32	6-8.7
L10 (% TL)	4	4.6		4.2	3	2.7			3.7	2.7-4.6
L11 (% TL)	19.7	28.5	22.3	18	28.5		17	29.9	23.41	17-28.5
L12 (% TL)			9.5	9.4	7		8.3	6.5	8.14	6.5-10
L13 (% TL)	54.6		63	68.5	31.2			45.4	52.54	45.4-68.5
L14 (% TL)			14,4	16.4	12.3			10.5	13.4	10.5-16.4
L15 (% TL)			9.7	9.9	7.8			8.1	8.87	7.8-9.9
L16 (% TL)	37.7	38.3	36.3	38.7	36			38.4	37.56	36.3-41.3
L17 (% TL)	39.7	56	52.3	55		48	47		49.66	39.7-56
(degré)	102°	116°	99	109°	96	114°	98.5		104.92	96-116
β (degré)	65°	68°	65	62°		56°	68		64	56-68

Tableau 29: Mesures biométriques d'*Opissaster insignis*.

Description :

Test de grande taille légèrement cordiforme à contour subcirculaire ou légèrement allongé transversalement, (fig. 47) sa largeur représente entre 97.5-112%TL avec une moyenne de 99.72%TL, sa largeur maximale se situe en arrière du centre, épais, d'une hauteur

entre 48 et 65%TL, avec une moyenne de 54.26%TL, près du système apical. La face postérieure tronquée verticalement, la face antérieure est échancrée par un sinus de faible profondeur et relativement large. Apex ethmolysé légèrement excentrique en arrière à 4 gonopores, la distance entre l'apex et la marge postérieure L17 représente 39.7-56%TL avec une moyenne de 49.66%TL de la longueur totale du test. Périprocte ovale allongé horizontalement situé dans la partie supérieure de la face postérieure.

Ambulacre antérieur relativement peu large, logé dans un sillon abrupt qui s'efface en avant et échancré faiblement la marge antérieure, sa largeur L9 entre 6 et 8.75% TL avec une moyenne de 7.32 %TL. Pétales fortement enfoncés dans un sillon profond, les antérieurs très longs, L4 est entre 37 et 43.8%TL moyenne 39.76 %TL, flexueux, un peu près de l'extrémité, distale les postérieurs obliques en arrière, presque droits, courts, L6 entre 21.2 et 29%TL, d'une largeur L7 entre 5.8 et 10.2%TL séparés par un l'interambulacre 5 en forme de côte convexe. Les pétales pairs antérieurs forment entre eux un angle aigu d'environ 95°, les postérieurs un angle de 60°. Interambulacres antérieurs très élevés de part et d'autre de l'ambulacre impair, se contractant et s'abaissant rapidement près de l'apex. Fasciole péripétale type orthofasciole remontant sur les interambulacres pairs latéraux près des bords postérieurs des ambulacres antérieurs et du bords antérieurs des pétales postérieurs anguleux sur les interambulacres antérieurs croisant l'ambulacre impaire près du bord antérieur du test (fig. 47).



Figure 47: *O. insignis* ; a- face apicale, b- face orale.
Spécimen OR-1

Face orale un peu convexe déprimés autour du péristome ; les ambulacres de la face orale I et V forment une zone périplastronale. Plastrons mesamphisterne, légèrement renflé L13 représente 45.4-68.53%TL avec une moyenne de 52.54%TL, et une largeur L16 = 36.3-41%TL d'une moyenne de 37.56%TL, à tubercules agencés en éventail irradiant depuis la marge postérieure augmentant de volume de la marge postérieure du plastron vers son extrémité antérieure. Labrum petit plus large que long en contact seulement avec une seule plaque des ambulacres adjacents ; L12= 8.14 en moyenne L14= 13.4 en moyenne. Péristome réniforme, labié distant du bord ; L11 entre 17 et 28.5%TL avec une moyenne de 23.41%TL, situé dans la dépression formée par les sillons du trivium aucune trace de fasciole latéral.

Périprocte de forme subcirculaire situé à la partie supérieure de la face postérieure, sa longueur L1 8.5%TL et une largeur L2 de 7.9%TL.

Selon Pomel cette espèce rappelle par sa physionomie *Schizaster cruciatus* toujours selon le même auteur *Hemiaster Cotteaui* Wright, 1855 paraît être un *Opissaster* voisin de cette espèce, mais ses pétales sont beaucoup plus courts et plus inégaux et sa taille est bien moindre. Aussi *O. insignis* est très similaire à *O. lovisatoi* vu de profile.

Localité :

Terrain helvétique (calcaires marneux) de Oued Rhiou.

Selon [cotteau \(1913\)](#) les *Opissaster* peuvent se définir comme des *Schizaster* sans fasciole latéro-sous-anale ou des *Hemiaster* à madréporite allongé en arrière. Tous sont pourvus de deux pores génitaux. Ce genre, qui paraît avoir fait son apparition dans le Crétacé supérieur, présente donc des caractères mixtes.

O. Cotteaui (Wright, 1855) (*Hemiaster*). — Malte, Sardaigne, Attique, province d'Oran (Algérie), Néogène Inférieur et moyen (= *Opissaster Jourdyi* Per. et Gauth., = *Opissaster Mariae* Lovisato, 1893).

Cette espèce signalée aussi par Cotteau *et al* (1891) près du barrage se Sig sous le nom de *Opissaster jourdyi* selon Lambert (1908), *A. mariae*, et *A. jourdyi* sont synonyme d'*A. cotteaui*, d'ailleurs les deux figures de Wright et cotteau semblent identiques (Fig.48).

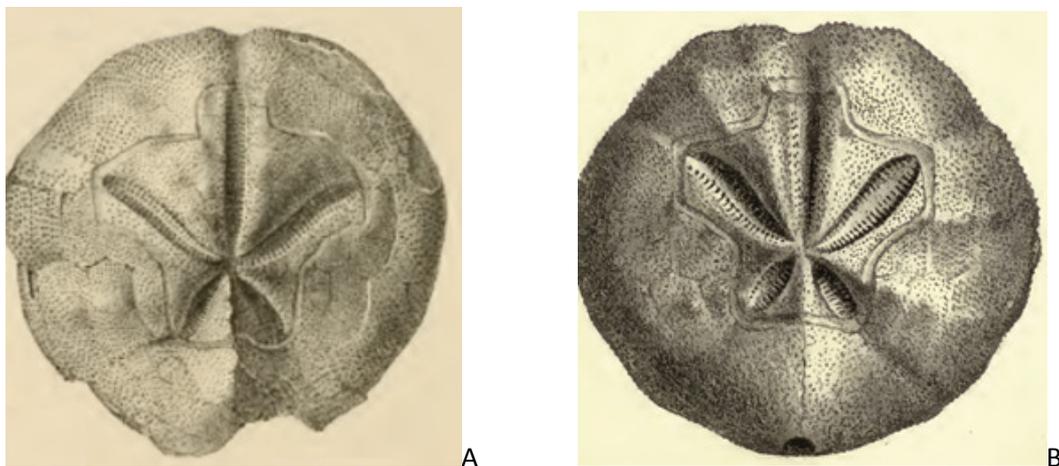


Figure 48: *Opissaster jourdyi* Cotteau A et *O. cotteaui*, Wright B

Aliaster Valdinacci, 1974 diffère par son sillon frontal qui indente l'ambitus, cependant selon Smith *et al.* (*echinoid directory* 03.06. 2018) et malgré la révision de la diagnose du genre *Aliaster*, pour [Kroh \(2005\)](#) il n'y a pas d'aspects architecturaux francs pour distinguer *Aliaster* d'*Opissaster*, aussi *Aliaster* est considéré par ces auteurs comme juniore synonyme d'*Opissaster*.

Cotteau n'a pas tranché sur la parenté des deux espèces. Ce genre, qui paraît avoir fait son apparition dans le Crétacé supérieur, présente donc des caractères mixtes.

Pomel (1887) avait instauré et décrit 3 espèces d'*Opissaster*, chacune appartenant à une localité différentes ; l'espèce type *O. polygonalis* Pomel, 1869 des environs de la ville d'Oran, *O. insignis* de la région de Chlef (ex-Orléans ville) et *O. declivis* de la région de Dahra.

En l'absence du matériel originel de Pomel, de nouvelles récoltes des environs de la ville de Chlef, qui représente la localité type d'*O. insignis* ont permis d'examiner 07 échantillons, ce qui a révélé la présence de 4 pores génitaux (Stara et al., 2022) contrairement à ce qui a été avancé par l'auteur, (fig. 49).

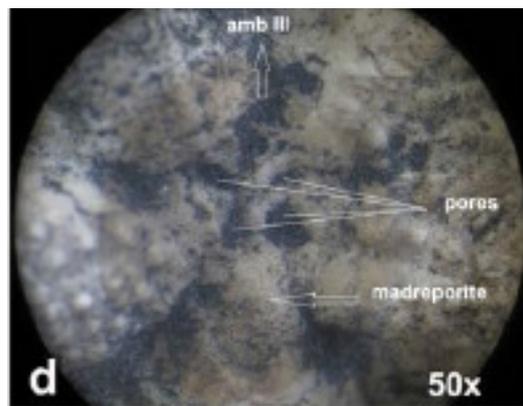


Figure 49 : système apicale d'*O. insignis*
Spécimen OR-3

En revenant à l'ancienne littérature sur les échinides d'Algérie on remarque que le matériel utilisé était incomplet, d'ailleurs Cotteau 1897, p 122 ; a fait remarquer que le système apical de ces échantillons était endommagé, où il cite « *Appareil apical mal conservé sur les sujets que nous avons entre les mains, ne montrant que deux pores génitaux* ». Et de ce fait on ne peut pas trancher sur le nombre exacte des pores génitaux, le même auteur avait même des réserves sur l'instauration de *O. polygonalis* comme espèce type, p 128.

D'un autre côté Pomel 1887, dans sa description de l'espèce *O. insignis* semblait avoir des doutes sur le nombre de pores sur son échantillon il a cité « *c'est bien un sillon de Schizaster. Il ne paraît y avoir eu que 2 pores génitaux* » p, 106.

Ainsi en l'absence de matériel fiable d'*O. polygonalis* et le doute sur le nombre exact de ces pores génitaux il semble raisonnable, de revoir sa désignation comme espèce type et de le remplacer par *Opissaster insignis*.

II.8) Famille des Brissidae

Ordre Spatangoida [Agassiz, 1840](#)

Groupe couronne Spatangoida

Sous-ordre Brissidina [Kroh and Smith, 2010](#) (= Brissidea de [Stockley et al., 2005](#))

Famille Brissidae [Gray, 1855](#)

Genre *Brissus* [Gray, 1825](#)

a) *Brissus* Gray, 1825

Gray a établi ce genre, pour quatre espèces nominales, *ventricosus* Leske *unicolor* Leske, *carinatus* Leske et *columbaris* Seba, les noms triviaux du premier et du deuxième de ces espèces, étaient respectivement *ventricosus* Leske et *unicolor* Leske, les premières espèces gardant ces noms, ont été transféré ultérieurement au genre *Meoma* Gray, 1851. Par la suite les espèces gardant le nom trivial de *unicolor* Leske ont été considéré par tous les auteurs comme espèce type du genre *Brissus* Gray, 1825, p. 431.

[=*Bryssus* Martens, 1869, p. 128 (objective homonym) ; = *Allobryssus* Mortensen, 1950, espèce type *Brissus* agassizi Doderlein, 1855, p. 36 ; = *Sandiegoaster* Sanchez Roig, 1952, p. 12, espèce type *S. durhami* Sanchez Roig, 1952, p. 12.]

Espèce type :

Spatangus brissus unicolor Leske, 1778, p. 248, par décision ICZN, 1948 p. 384.

Distribution :

Eocène- Récent ; régions tropicales aux latitudes moyennes, Indopacifiques, Atlantiques, Méditerranéennes. Principalement dans les eaux peu profondes, endofaune dans les sables ou graviers coquilliers (*Echinoids directory*, 2016).

a.1) *Brissus unicolor* (Leske, 1778)

Pl. XXI, fig. a1-a4; b1-b3

Synonymie :

1778 *Brissus unicolor* (Leske).

1778 *Spatangus brissus* Leske, 246.

1778 *Spatangus brissus maculosus* Leske, 247.

1778 *Spatangus brissus unicolor* Leske, 248.

1816 *Spatangus columbaris* Lamarck, 30 ; Des Moulins, 1837 : 242.

1816 *Spatangus ovatus* Lamarck, 30.

1855 *Brissus columbaris* Gray, 54 ; A. Agassiz y Desor, 1846 : 13.

1837 *Spatangus unicolor* Des Moulins, 228.

- 1846 *Brissus scillae* Agassiz y Desor, 13.
 1837 *Spatangus scillae* Des Moulins, 238.
 1855 *Brissus dimidiatus* A. Agassiz y Desor, 1846 : 13 ; Gray, 52.
 1846 *Brissus cylindricus* A. Agassiz y Desor, 14.
 1845 *Spatangus (Brissus) placenta* Philippi, 349.
 1887 *Brissus gouini* Pomel, p. 39-41, pl. A XXIII, fig. 4-6.
 1891 *Brissus gouini* Pomel, Cotteau, et *al.*, p.93.
 1921 *Brissus brissus* H. L. Clark, 120 ; 1925 : 218 ; 1933 : 91.
 1929 *Brissus scillae* A. Agassiz, Jeannet P.190, pl, 18, fig. 1-4.
 1951 *Brissus unicolor* Lesk Mortensen, p. 509-514, pl. 38, fig. 10.
 1959 *Brissus unicolor* Lesk Cook, p.81-82, pl.36, fig. 1-4.
 1959 *Brissus unicolor* Lesk Devrière, p. 7-12, 27, pl. 1, fig. 1-16.
 1960 *Brissus unicolor* Lesk Devrière, p. 37,142, 143, pl. 6, fig. 1-3, pl. 22, fig. 3-7, pl. 38, fig. 1, pl. 39, fig.3.
 1961 *Brissus unicolor* Lesk Cook, p.27, pl.7, fig. 1-4.
 1965 *Brissus unicolor* Lesk Kier et Grant, p. 38, 68, pl. 15, fig. 4-5.
 1965 *Brissus unicolor* Lesk Tortonese, p. 376-378, fig. 170, 184, 185.
 1970 *Brissus unicolor* Lesk Montenat et Roman. P. 125, fig. 4-6.
 1978 *Brissus unicolor* Lesk David L. Pawson, p. 24.

Matériel :

2 spécimens, de la coupe de d4El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **B-un-1- B-un-2.** (Tab.30).

	TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17
B-un1	56.1	44	22.5	?	?	?	15.5	3.3	20.8	3.6	36.7	0	2.3	?	?	?	?	?	?	?
%TL		78.43	48.90	?	?	?	27.62	5.88	37.07	6.41	65.41	0	4.1	?	?	?	?	?	?	?
B-un2	36.4	29.1	17.8	7.4	5	6.2	9.5	2	12.4	2	23.6	0	2.3	?	?	?	?	?	13.6	6.5
%TL		80.83	50.83	20.33	13.73	17.03	26.09	5.49	34.06	5.49	64.83	0	6.31	?	?	?	?	?	37.36	17.85
		79.63	49.86	20.33	13.73	17.03	26.85	5.68	35.56	5.95	65.12	0	5.20						37.36	17.85

Tableau 30: Mesures biométriques de *Brissus unicolor*.

L'espèce atlantique est présente des cotes de la Floride jusqu'au Surinam ; en méditerranée ; les îles du cap vert, Neguangué et les Açores ; Cuba ; les côtes du Mexique, le golfe du Mexique Campeche et Yucatan. La distribution bathymétrique de 2 à 240m (Serafay, 1979).

Ecologie :

Habitant des substrats sablo-rocheux, avec les *Thalassia testudinum* à une profondeur d'environ 6m.

Description :

Oursin à test ovoïde oblong dont la largeur représente 79.63%TL en moyenne, n=2 arrondis en avant, faiblement tronqué en arrière. Face apicale convexe, un peu décline en avant, en toit à l'arrière sans être carénée TH représente en moyenne 49.86%TL, n=2. Face orale presque plane, un peu déprime autour de la bouche, à bords faiblement déclives à partir du plastron.

Apex éthmolyse (au tiers antérieur, d'une distance L8 égale en moyenne à 65.12%TL, un peu déprimé, à quatre pores génitaux caractéristiques du genre grands très rapprochés en trapèze ; la madréporite refoulée à l'arrière (fig.50). Ambulacre impair à fleur de test à zones porifères grêles placées dans un léger pli, séparé par une zone interporifère étroite, bordée d'une série de petits tubercules qui lui donnent l'apparence d'une faible côte L10 est en moyenne 5.20%TL, n=2.

Pétales placés dans des sillons peu creusés, mais bien nets, les antérieurs plus courts, très divergeants presque à un angle de 180° les postérieurs très convergeants formant un angle de 40° L4 est en moyenne de 26.85%TL, n=2, d'une largeur de L5 5.68%TL, étalés, à angle droit, un peu arqués en avant représentant 67% du rayon correspondant du test ; les postérieurs très obliques en arrière, sensiblement flexueux, L6 égale en moyenne à 35.56%TL, n=2, et L7 représente 5.95%TL, n=2 séparés par un Interambulacre impair régulièrement convexe. Fasciole péripétale (fig.50) est un orthofasciole (sensu Néraudeau et *al.*,1998b) il indente l'interambulacre 5 puis passe des pétales pairs postérieurs jusqu'au près de leurs 2/3 pour longer les pétales pairs antérieurs passant près de leurs extrémités distales formant des sinus pour terminer en un large lobe sur la face frontale en traversant l'interambulacre III (fig.50). Tout le trivium de la face apicale est parsemé de plus gros tubercules, dont les principaux forment une rangée irrégulière de chaque côté de l'ambulacre impair, ainsi qu'au sommet des autres interambulacres. Péristome semi-lunaire, labié situé près du bord à une distance L11 de 14.61%TL.

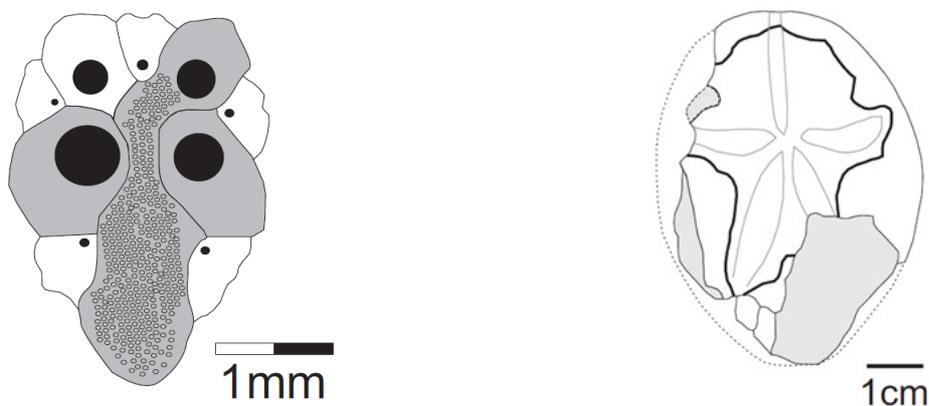


Figure 50: système apical et allure du fasciole péripétal de *Brissus unicolor*.
Spécimen B-un-1

Plastron assez large L16 égale à 37.36%TL ovale allongé, à tubercules usés, ceux des interambulacres pairs séparés du plastron par des bandes étroites des ambulacres I et V, peu serrés et de petites tailles, plus serrés vers la marge. Péripacte d'une longueur L1 20.33%TL et une largeur L2 de 13.73%TL. Fasciole sous-anale réniforme très développée.

Rapport de différence :

Cette espèce très semblable au *Brissus scillae* par son fasciole, par sa petite taille, par son ambulacre impair dont les pores sont logés dans des plis de la surface et dont la zone interporifère plus étroite est réduite à une double rangée de granules, par son apex plus rapproché du bord antérieur, par son étoile ambulacraire plus petite, à sillons plus creusés. Plus semblable par l'ambulacre impair, le *Brissus oblongus* (Wright, 1855) est plus cylindrique, son apex plus excentrique en avant, son fasciole sinuée à l'avant et sa bouche plus en arrière. *Brissus Cordieri* Agassiz, 1847 de même taille et de même forme générale, à l'apex bien plus excentrique en avant, des pétales postérieurs plus longs ; son ambulacre antérieur ne paraît pas avoir les plis qui logent les pores ; a aussi son apex plus excentrique en avant, ses pétales antérieurs très arqués, les postérieurs plus obliques en arrière, plus longs, plus "étroits, plus creux, le plastron plus étroit. *Brissus dilatatus* Desor, 1847 est beaucoup plus raccourci dans la région en arrière des pétales.

Pomel 1887 a établi l'espèce *Brissus gouini* qui semble très rapprochée de l'espèce *B. unicolor*, et si on se réfère aux caractères de différences, on remarque que la seule différence est la largeur de l'ambulacre impaire chez *B. unicolor*, et donc il rentre dans la synonymie de *B. unicolor*.

Localité :

Terrains miocènes de Oued Sidi Mediouni (Amria).

Les études de (F. Jeffrey Bell, B.A Magdalen, 1879), ont montrées que les caractères de discrimination sur lesquels est basée la classification d'Agassiz, ne semblent pas permanents chez les individus de même habitat, plus encore certains caractères comme la forme du fasciole, qui présente une différence entre le côté droit et le côté gauche chez le même spécimen.

Cotteau avait quelques doutes sur l'espèce *B. Nicaisii* et affirme qu'elle était proche de *B. Gouini*, les deux similaires à *B. Scillae*.

« Nous avons longtemps hésité à séparer ce type de l'espèce décrite par M. Pomel sous le nom de *B. Gouini* ; et, quoique nous lui donnions ici une désignation spécifique particulière, nous ne sommes qu'à moitié convaincus ».

En résumé l'espèce *Brissus gouini* de Pomel semble une espèce nominale de l'espèce *Brissus unicolor*.

b) *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) Cotteau, 1889*

Espèce type :

Rhabdobrissus jullieni Cotteau, 1889, p. 283.

Le genre *plagiobrissus* est représenté en Algérie par une seule espèce *Plagiobrissus pomeli* du Pliocène des environs d'Alger. De nouvelles collectes dans les terrains miocènes à l'ouest d'Algérie précisément à l'ouest d'Oran aux environs d'El Amria ont permis définir pour la première fois en Algérie *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae* dans le Miocène supérieur ; espèce déjà existante au pourtour du bassin méditerranéen mais aussi signalé en tant que fossile au Miocène supérieur ([Iachkeme, 1995](#)) au Mexique et au Pléistocène.

b.1) *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae* Gasco, 1876

Pl. XXV, fig. b1, b2, b3

Synonymie:

1876 *Metalia costae* Gasco.

1876 *Plagiobrissus costae* (Gasco) = *Metalia costae* Gasco.

1895 *Rhabdobrissus perrieri* Bernard (Fig. 17).

1913 *Metalia costae* Mortensen.

1923. *Mortensenaster costae* (Gasco, 1876) Lambert, p. 44.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe d'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **P-br-1**. (Tab.31).

	TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	
P-br	54.8	42	17.4	8.7	6.5	8	16	4.3	20	4.5	39	0	?	?	?	?	?	?	?	?	22.5
%TL		71.42	29.59	14.79	11.16	13.60	27.21	7.31	34.01	7.65	66.32	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Tableau 31: Mesures biométriques de *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae*.

Description :

Test de moyenne à grande taille allongé antéro-postérieurement le rapport TW/TL= 71 ?42%, partie antérieur arrondi, dépourvue de sillon antérieur, la partie postérieure est tronquée verticalement avec une encoche en « v » au niveau de la zone périproctale, visible d'une vue polaire sur la face apicale (L1= 14.79%TL et L2 = 11.16%TL).

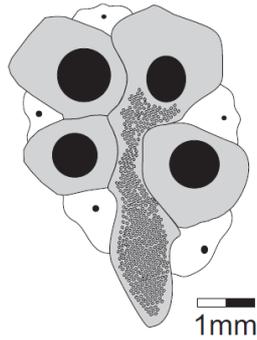


Figure 51: Disque apical de *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae*.

Spécimen P-br-1

Apex : de position subcentrale un peu décalé vers l'avant L8 représente 66.32%TL, ethmolyse avec 4 pores génitaux presque égaux, les postérieurs un peu espacés que les antérieurs (fig. 51).

Les ambulacres : ambulacre impair III, étroit à fleur du test longé de de part et d'autre de gros tubercules et formé de petites plaques avec un unipore centrale en forme de pepin de raisin sur chaque plaque.

Les pétales ambulacraires antérieures légèrement déprimé, divergents d'un angle obtus de 127° légèrement archés formés de deux rangées d'isopores conjugués, la zone inter porifère étroite un peu en saillie entre les rangées d'isopores, L4 égale à 27.21%TL, tandis que la largeur L5 représente 7.31%TL.

Les pétales pairs postérieures un peu plus long que les antérieurs (L6= 34.01%TL, L7 = 7.65%TL) constituant un angle aigu de 40° constitués de deux rangées d'isopores conjugués la zone inter porifère étroite un peu en saillie et légèrement sinueuse, le nombre d'isopores est de 26 dans les pétales pairs antérieurs et de 32 au niveau des pétales pairs postérieurs

Interambulacres : un peu renflés entre les ambulacres, l'ambulacre postérieur 5 un peu plus saillant sans former une carène, avec quelques gros tubercules de part et d'autre la suture médiane de l'Interambulacre à l'intérieur du fasciole péripétale, les interambulacres 1 et 4 montrent de gros tubercules primaires perforés et crénelés confinés essentiellement dans les rangées 1a et 4b des interambulacres 1 et 4.

La face apicale est de petits tubercules homogènes perforés et crénelés à l'extérieur du fasciole péripétale tandis que les gros tubercules sont confinés à l'intérieur du fasciole (fig.52, a1).

Fasciole péripétale passant presque en une ligne droite très proche des extrémités des pétales pairs légèrement entrant au niveau de l'Interambulacre 5, mais en générale il n'indente pas les espaces interambulacraires, limitant les gros tubercules primaires perforés et crénelés à l'intérieur de ces derniers.

Fasciole sous-anal en bouclier avec deux branches latérales de chaque côté du périprocte, ce dernier est situé dans la partie supérieur de la face postérieur du test, de forme ovale et de grande taille, la zone intérieur du fasciole sous-anal porte des unipores avec des sillons irradiant vers l'extérieur (fig.52, a).

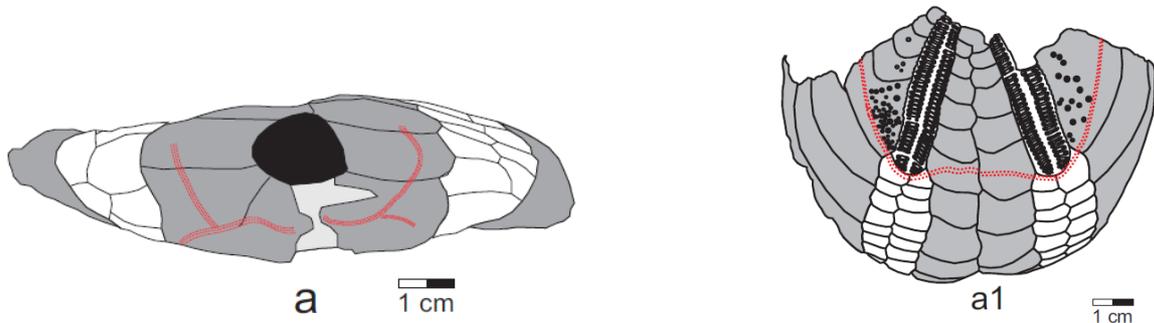


Figure 52 : Fasciole sous-anal et périprocte de *Rhabdобрissus costae*.
Spécimen P-br-1

La face orale n'est conservée que partiellement dans l'un de nos exemplaires, elle porte un péristome relativement de grande taille en forme de « D », le labrum de forme semi lunaire, les aires ambulacraires dépourvues de tubercules, les ambulacres I et IV de la face orale sont formés par des plaques plus au moins allongées, portant à leur extrémité externe supérieur un unipore en forme de virgule (fig.53).

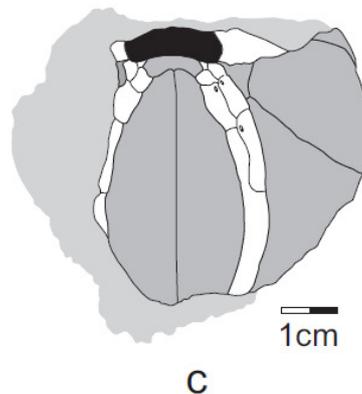


Figure 53: Face orale de *Rhabdобрissus costae*.

Plastron étroit formé de rangée de tubercules perforés et crénelés irradiant à partir d'une protubérance postérieure et augmentant de taille vers le péristome disposés en rangés disposées en éventail, les plaques interambulacraires de la face orale sont parsemé de gros tubercule perforés et crénelés décroissant de taille vers la région orbitale.

Cette espèce est présente dans l'ensemble Méditerranée et le long de la côte ouest-africaine jusqu'au Golfe de Guinée, ainsi qu'aux Canaries, aux îles du Cap-Vert, et Sainte-Hélène. Il vit entre 25 et 200 m de profondeur. *Plagiobrissus (Rhabdобрissus) jullieni* Cotteau, 1889 Cette espèce est très similaire au *Plagiobrissus (Rhabdобрissus)*. Il diffère par la

disposition des épines primaires : elles ne sont pas concentrées dans les colonnes postérieures des interambulacres latéraux, mais dispersés dans tous zones interambulacraires au sein de la fasciole péripétale.

Localité :

Terrain miocènes de la Région d'El Amria (Ain Témouchent).

c) *Schizobrissus* Pomel, 1869

[=*Deakia* Pavay, 1875, p. 152, espèce type *D. rotundata*, 1875 ; =*Peripneustes* Cotteau, 1875, p. 88, espèce type *Peripneustes clevei* Cotteau, 1875 ; =*Rojasia* Sanchez Roig, 1951, p. 58, espèce type *R. rojasi* Sanchez Roig, 1951].

Genre *Schizobrissus* Pomel, 1869.

Espèce type :

Schizobrissus mauritanicus Pomel, 1885

Distribution :

Eocène au Miocène supérieur, Hongrie, méditerranée, Est Atlantique.

INTRODUCTION :

L'espèce type de *Schizobrissus* Pomel, 1869, a été désignée par Lambert & Jeannet (1928) comme *Brissus cruciatus* Agassiz dans Agassiz & Desor, 1847a. Le spécimen type de *Brissus cruciatus* est une réplique en plâtre d'un spécimen incomplet (moule T75 de la collection Neuchâtel) de Capri (Italie), probablement faite de matériel suffisant et d'une description complète de *S. mauritanicus*, ainsi que du matériel topotypique disponible ou par oubli ou ignorance de l'espèce type de Pomel.

Les auteurs suivants ont retenu la désignation de Lambert & Jeannet (ibid.) comme valide. Cependant, Pomel (1885) a déclaré que le premier *Schizobrissus mauritanicus* était le type de *Schizobrissus*, bien qu'il ait attribué à la fois les espèces *B. cruciatus* et *S. mauritanicus* au genre *Schizobrissus*. Si *Schizobrissus mauritanicus* peut être correctement défini, alors il devrait être maintenu comme espèce type, comme indiqué à l'origine par Pomel (1885).

Cependant, une ambiguïté repose sur la disponibilité de spécimens types appropriés pour les deux espèces nominales. Le matériel original de *Brissus cruciatus* a été perdu et l'emplacement de Pomel's la collection d'échinoïdes reste inconnue. Il est d'usage de suivre Lambert & Jeannet (1928) parce que *Schizobrissus cruciatus* est devenu une espèce bien connue après la description de matériel provenant de diverses localités des marges

méditerranéennes et atlantiques marocaines bassins. Cependant, *S. mauritanicus* est généralement écarté de la discussion et de la comparaison parce qu'il manque une description claire du matériel original qui lui est attribué.

Pomel (1869) a désigné *Schizobrissus* comme genre sans lui attribuer d'espèce type, ce peut s'expliquer par le manque de matière suffisante pour une éventuelle description ou il l'a reportée de le mentionner dans sa thèse de 1883 (Pomel, 1883), qu'il a soutenue repris dans son ouvrage sur les échinoïdes d'Algérie (Pomel, 1885) qui comprenait également l'illustration de son espèce type, plus tard (Pomel, 1887) vient la description de *S. mauritanicus*.

Schizobrissus mauritanicus Pomel, 1885, est un échinoïde éteint du Miocène inférieur d'Algérie, érigée par Pomel sur fossile spécimens d'une localité anciennement connue sous le nom d'Ouillis dans le nord-ouest Algérie. Le site est aujourd'hui situé dans la ville de Ben Abdelmalek Ramdane, wilaya de Mostaganem. L'objectif principal de cette tentative est de fournir une description complète de *Schizobrissus mauritanicus* grâce au nouveau matériel collecté de la localité type. Il s'agit de la première description de l'espèce depuis la définition initiale de Pomel (1887). Description morphométrique permet une comparaison précise avec les autres espèces nominales attribuées au genre et par la suite résoudre les problèmes taxonomiques.

Description :

Test de grande taille cordiforme. Contour ovale, allongée antéropostérieurement, avec un sillon antérieur profond et bien défini, apex excentrique, antérieurement et saillant. Ambulacre III étroit et de plus en plus déprimé de l'apex au la marge où il forme un sinus frontal profond. Pétales postérieurs plus longs que les antérieurs. fasciole péripétale en bande de étroite, légèrement déprimé et de type orthofasciole (sensu Neraudeau *et al.*, 1998).

Fasciole anguleuse et profondément indenté à l'avant des interambulacres et derrière les pétales pairs antérieurs. Fasciole sous-anale en forme de croissant. Péristome labié, transverse près du bord antérieur. Périprocte arrondi, ample sous l'apex rostré du bord postérieur. Plaque labrale courte, équidimensionnelle. Plastron très développé, avec deux grandes plaques triangulaires. Grands tubercules vers le haut de l'interambulacrum.

c.1) *Schizobrissus mauritanicus* Pomel, 1887 forme I

Planche XXIV, fig. a1-a2

Synonymie:

1855 *Brissus latus* Wright, p. 101-127, 175-274, pl. 5, fig. 1a-c.

1885 *Schizobrissus mauritanicus* Pomel, pl. A3, fig. 1-3, pl. 4, fig. 5-6.

1887 *Schizobrissus mauritanicus* Pomel, p. 59-60.

1891 *Schizobrissus mauritanicus* Cotteau, et al., fasc. X, p. 101.

1995 *Meoma (Schizobrissus) cruciata* Lackkhem & Roman, p. 15, pl. 5, figs. 2-4.

2020 *Schizobrissus cruciatus* Quintana, p. 125-132.

Matériel :

7 spécimens, de la coupe de Benabdelmalek Ramdan (ex : Ouilis) déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **FI12-01, FI12-07.** (Tab.32).

TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	α	β	γ	
FI12-01	113.2	109.2	52.3	?	20.6	35.1	6	43	5.5	52.3	11.7	13.8	23.9	9.6	45.8	6	41.8	37.7	62.3	135°	60°	15°	
%TL	96.46	46.2	?	?	18.19	31	5.3	37.98	4.8	55.03	10.33	12.19	21.11	8.48	40.45	5.3	36.92	33.30	55.03				
FI12-02	124	113.5	56.9	12.5	8.1	20.8	39	7.15	4.5	6.7	81.45	10.6	20.3	28.2	9	46	8.7	?	82	135°	60°	15°	
%TL	91.53	45.88	10.08	6.5	16.77	31.45	5.7	36.29	5.1	65.68	8.5	16.37	22.74	7.2	37.09	7.01	?	?	66.12				
FI12-03	115.2	114	50	?	?	34.9	6	39.7	7.2	78.1	8.8	15.25	22.3	7.2	?	?	?	?	72.3	135°	60°	15°	
%TL	98.95	43.40	?	?	?	30.29	5.2	34.46	6.2	67.79	7.6	13.2	19.35	6.2	?	?	?	?	60.25				
FI12-04	115.7	109.3	58.6	8	7.3	20	39.1	7.9	48.8	6.7	77.3	9.5	20.8	26.2	10	?	?	?	79.5	135°	60°	15°	
%TL	94.46	50.64	6.9	6.3	17.28	33.79	6.8	42.17	5.79	66.81	8.2	17.97	22.64	8.64	?	?	?	?	58.14				
FI12-05	98.5	96.5	49	10.4	8.3	16.5	27.3	5.5	34.6	5.9	?	9.5	18.5	22.1	9.6	?	?	?	?	135°	60°	15°	
%TL	97.97	49.74	10.55	8.42	16.75	27.71	5.58	35.12	5.99	?	9.64	18.78	22.43	9.74	?	?	?	?	?				
FI12-06	120.4	111.1	59.6	8.6	6.7	23.8	37	6.6	44.1	7	81	11.8	18.6	28.9	9	46.1	7.5	48.8	39	81	135°	60°	15°
%TL	92.27	49.50	7.1	5.5	19.76	30.53	5.48	36.62	5.8	67.27	9.8	15.44	24	7.4	38.28	6.2	40.53	32.39	67.27				
FI12-07	68.5	62.2	34.2	?	?	20.9	4.4	23.8	4.5	37	7.3	12.6	16	?	?	?	?	?	37	135°	60°	15°	
%TL	90.80	49.92	?	?	?	30.51	6.4	34.74	6.5	54.01	10.65	18.39	23.35	?	?	?	?	?	54.01				
Average %TL	94.63	47.82	8.65	6.68	17.75	30.75	5.78	36.76	5.74	62.76	9.24	16.04	22.23	7.94	38.60	6.37	38.72	32.84	60.13				
Average TL	107.9																						
TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	α	β	γ	
FI1-01	129.3	100.2	52	10.9	9.5	24.8	35	6.35	42	5.2	81.45	12.1	17.1	29.3	9.9	46.5	8.7	32.2	36	81.45	135°	60°	15°
%TL	77.49	40.21	8.6	7.5	19.66	27.75	5.03	33.30	4.1	64.59	9.59	13.5	22.66	7.8	36.87	6.8	25.53	28.54	64.59				
FI1-02	119	92.7	45.9	10	10.4	26.6	34.1	5.5	39.7	5.9	71	9.2	13.7	23.6	9.6	46.4	?	?	35.2	71	135°	60°	15°
%TL	77.89	38.57	8.4	8.7	22.35	28.65	4.62	33.36	4.95	59.66	7.73	11.51	19.83	8.06	38.99	5.88	?	?	29.58	59.66			
FI1-03	113.3	83.5	43	11.1	7.65	18.4	?	?	?	72	7.9	11.9	?	?	?	?	?	?	?	68.3	135°	56°	15°
%TL	73.69	37.95	9.79	6.75	19.24	?	?	?	?	63.54	6.97	10.50	?	?	?	?	?	?	?	60.28			
FI1-04	124.7	97.8	54.8	15.8	11.5	24.5	?	?	?	76.3	10.5	16.9	?	?	?	?	?	?	?	68	135°	60°	15°
%TL	78.42	43.94	12.67	9.22	19.64	?	?	?	?	61.45	8.42	13.55	?	?	?	?	?	?	?	54.53			
FI1-05	124.9	90.2	54.5	10.25	8.2	25.2	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	82	135°	60°	15°
%TL	72.21	43.63	8.20	6.52	20.01	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	65.65			
FI1-06	108.5	84.6	50.5	?	?	30.95	6.25	36.5	6.25	64.6	9	13.5	?	?	?	?	?	?	?	62.5	135°	60°	15°
%TL	77.97	46.54	?	?	?	28.52	5.76	33.64	5.36	59.53	8.29	12.44	?	?	?	?	?	?	?	57.60			
FI1-07	122.8	80	55.9	10.9	8.4	20.5	?	?	?	83.5	9.9	12.3	22.2	?	?	?	?	?	?	78	135°	60°	15°
%TL	65.14	45.52	8.8	6.8	16.69	?	?	?	?	67.99	8.06	10.01	18.07	?	?	?	?	?	?	63.51			
Average %TL	74.68	42.33	9.41	8.66	19.59	28.30	5.13	33.43	4.80	62.79	8.1	11.91	20.18	7.93	37.93	6.34	25.53	29.06	60.83				
Average TL	120.3																						

Tableau 32: Mesures buiométriques de *Schizobrissus mauritanicus*.

Description :

Oursin ovoïde cordiforme sa largeur représente entre 90.8 et 98.65%TL (avec une moyenne de 94.63%TL, n = 7), très profondément échancré en avant (L10 = 12.9 - 15%TL, avec une moyenne de 13.59%TL, n = 7) un peu atténué en arrière et y formant une grande saillie en avant ; les bords du sillon obtusément carénés abrupts et s'effacent près de l'apex qui termine une forte saillie en mucron, très excentrique en avant (Pad entre 36-46% avec une moyenne de 38.5%), la partie postérieure du test est fortement convexe presque en carène. L'ambulacre impair forme un large, sillon ouvert en forme de U, qui est la plus profonde à l'ambitus.

Pétales paires creusés en sillon médiocrement large, les antérieurs assez divergents et arqués (L4 entre 27.71 et 33.79 %TL avec une moyenne de 30.75%TL, n = 7) et forment un angle obtus de 135°. Les pores sont des isopores allongés rapprochés. La partition interporale a une largeur et qui vaut à un seul pore. Les Pétales paires postérieur plus longs L6 entre 34.46b et 42.17%TL, avec une moyenne 36.76%TL, n = 7) un peu arqués très divergents en arrière forment un angle aigu de 60°.

Les pétales sont creusés dans un sillon modérément large, les antérieures étant assez divergentes et arquées, les postérieures plus long, un peu arqué et très divergent en arrière. Tous les interambulacres sont amphiplaques ; les plaques basicoronaux des interambulacres paires (1 et 4) s'étendant jusqu'au troisième plaque de l'ambulacre adjacent (des ambulacres II et IV) et à la troisième plaque ambulacraire adjacent (ambulacres V et I). Grandes plaques sternales, s'étendant jusqu'à la cinquième plaque ambulacraire (Fig.54).

Plastron convexe saillant en plate-forme (L16 = 32.84%TL), sur les avenues très granuleuses et parsemées de tubercules triangulaire oblong émarginé au talon qui se termine en deux bosses arrondies, fortement tuberculées sur toute la surface mais à tubercules petits de mêmes que ceux des interambulacres latéraux.

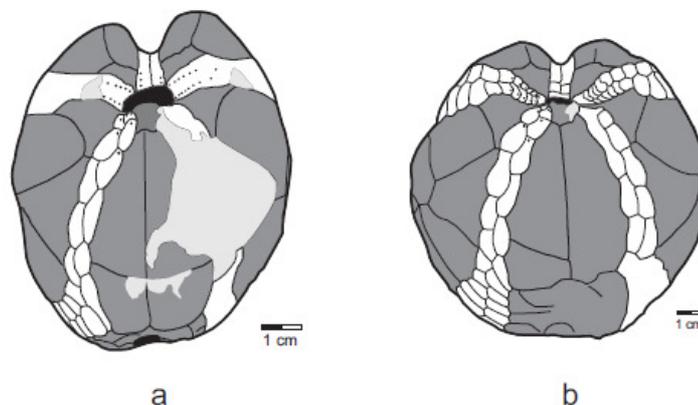


Figure 54: Agencement des plaques orales ; plaques ambulacraires et interambulacraires colorées respectivement en blanc et gris.

Spécimen FI1-01

Péristome en croissant obtus fortement labié s'ouvre très près du sillon (L11 entre 19.35 and 24%TL avec une moyenne de 22.23%TL, n = 7). Plaque labrale courte, En forme de T, légèrement plus long que large (L14/L12 = 80,22 %) et légèrement faisant saillie dans le péristome (L12 entre 6,62 et 9,74 avec une moyenne de 7,94 % TL, n = 6), s'étendant jusqu'au deuxième plaque ambulacraire.

Périprocte ample, arrondi, compris sous l'auvent du bord postérieur et au-dessus d'un assez grand area déprimé bordé par le fasciole (L1 entre 6.9 and 10.55 avec une moyenne de 8.65%TL, n = 4). Les tubercules de la face supérieure sont petits et serrés et grossissent un peu au haut des interambulacres antérieurs. Le plan de l'ambitus forme avec le plan du plastron un angle de 15° ce qui donne au test une allure penché vers l'avant.

Fasciole péripétale (Fig.55) bien développé très sinueux, il s'agit d'un orthofasciole (sens Neraudeau) très sinueux rentrant dans les aires interambulacraires formant un lobe carré au niveau de la partie antérieur du test, le tracé de ce fasciole (sensu Smith & Stockley, 2005) est : [6, 6 → 9:: 7 → 9, 9 → 7 ::13].

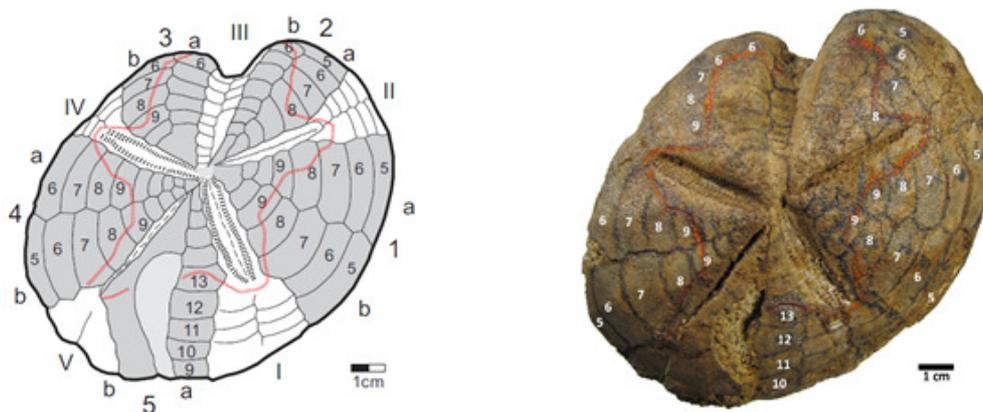


Figure 55: fasciole péripétale et numérotation des plaques ambulacraires et interambulacraires colorées respectivement en blanc et gris.

Spécimen FII2-03

Fasciole sous-anal (fig. 5-) entourant un large talon, il forme une boucle bilobée, qui traverse plaques interambulacraires 5.b3 et 5.a3 ensuite les ambulacres I.a7. → 9, croisant vers l'interambulacre 5. b5 → 4, avec une petite incurve en continuant à remonter d'une façon symétrique dans l'autre moitié du test sur 5. a4 → 5, V. b9 → 7, en fermant la boucle.

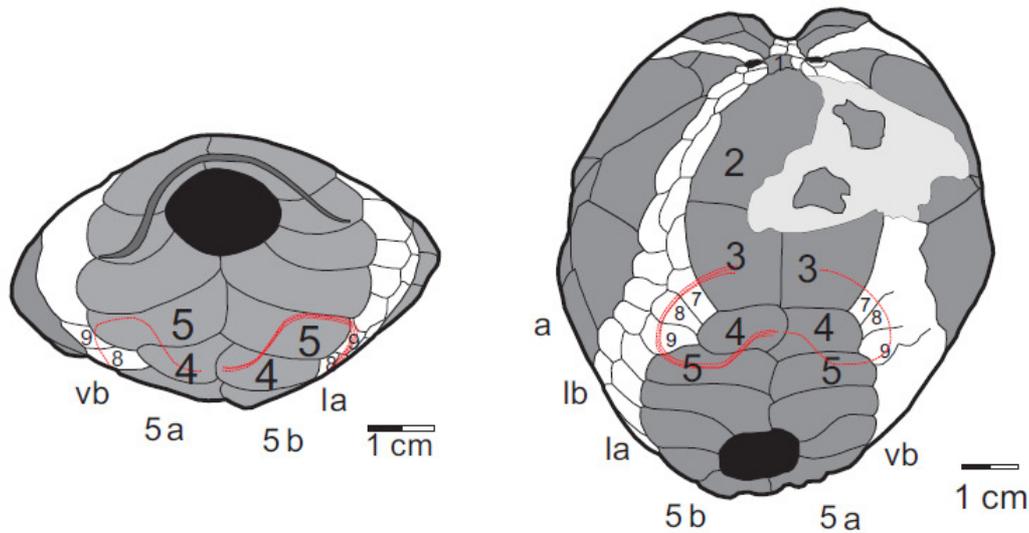


Figure 56: Allure du fasciole sou-anale.

Spécimen FI1-01

Cottreau avait rangé *Schizobrissus* de Pomel dans le genre *Macropneuste* comme Stefanini car il a trouvé que les caractères invoqués pour ce genre ont une valeur générique beaucoup plus discutable que ceux trouvés chez certains *Macropneustes* cependant il fait une remarque que les *Macropneuste* typiques sont du numulitique

Chesher (1970) a rejeté ce genre parce qu'il pensait, qu'il était basé sur une espèce indéterminable, cependant comme a affirmé Lachkhem et Roman (1995), l'espèce type est très bien connue, et clairement distincte de l'espèce type de *Meoma*.

Philippe (1988) a traité *Schizobrissus* comme un sous genre de *Meoma* tandis que Kroh (2005 p 175) est- de l'avis de Chesher en le traitant comme méconnaissable (était basé sur un unique spécimen médiocrement préservé qui ne pouvait pas être déterminé avec certitude même à un niveau de famille). Cependant selon Lambert et Jannet (1928, P.198) le type auquel s'est référé Agassiz est T 75 dans la collection de moules de Neuchâtel, et il est assigné sans équivoque à *Schizobrissus* par ces auteurs.

Kroh (2005) aussi a affirmé que *S. cruciatus* (des derniers auteurs) et *S. locardi* étaient simplement des individus larges et petits de la même espèce.

La principale différence séparant *Schizobrissus* de *Meoma* est la profondeur du sillon frontal ; profond chez *Schizobrissus* presque de l'apex est moins profond chez *Meoma* seulement légèrement identique à l'ambitus.

c.2) *Schizobrissus mauritanicus* Pomel, 1887 forma 2

Pl. XXIV, fig. b1-b2

Matériel :

7 spécimens, de la coupe de Benabdelmalek Ramdan (ex Ouillis) déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **F11-01, F11-07**.

Description :

Test de grande taille. La longueur moyenne représente 120,3 mm ; largeur représentant entre 65,14 et 78,42% de la longueur totale (avec une moyenne de 74,68 %TL, n = 7) ; allongée, antéropostérieurement avec un sillon antérieur bien défini grossièrement ovale à contour légèrement cordiforme. Marge antérieure montrant une distincte et encoche frontale profonde (L9 = 6,97 à 9,59%TL, avec une moyenne de 8,17 %TL ; n = 6). Profil de test relativement bas, avec une partie antérieure en pente raide. Partie postérieure obliquement tronquée. Hauteur maximale autour du disque apical (TH = 37,95 à 46,54%TL, avec une moyenne de 42,33 %TL ; n = 7).

Système apical manquant chez tous les spécimens. Ambulacre III étroit et de plus en plus déprimé de l'apex à la marge où il forme un sinus frontal profond (L10 = 10,01 à 13,55 %TL, avec une moyenne de 11,91 %TL ; n = 6). Paires de pores unisériées ; les pores étant de minuscules isopores partitionnés. Ambulacres paires Pétaloïdes, profondément enfoncés et de longueurs sub-égales. Pétales rectilignes, fermés distalement, avec des plaques à pores atrophiés à leurs extrémités. Pétales paires antérieurs (L4 = 27,75 à 28,65 %TL, moyenne 28,30 %TL ; n = 3), légèrement fléchies vers l'avant, et à leur extrémité distale et formant un angle obtus de 135°.

Les pores sont des isopores allongés et rapprochés. La cloison interporale est aussi large qu'un seul pore. L'interporifère est légèrement plus étroite qu'une seule zone porifère. Les pétales pairs postérieur forment un angle aigu d'environ 56° à 60°, leur longueur (L6 environ 33,3 à 33,64 % TL et une moyenne de 33,43 % TL ; n = 3).

Interambulacres : Ils sont gonflés entre les pétales formant des carènes arrondies entre elles, densément couvertes de petits tubercules secondaires perforées et crénelés qui deviennent moins denses vers la marge du test. Tubercules primaires perforés et crénelés différenciés à l'intérieur du fasciole péripétale, étant particulièrement proéminente dans les interambulacres antérieurs.

Fascioles : le péripétale est étroite, légèrement déprimée et de type orthofasciole ([sensu Néraudeau et al., 1998](#)). Le fasciole est anguleux et profondément en retrait à l'avant des interambulacres et derrière les pétales pairs antérieurs. Plaques Basicoronal des interambulacres pairs (1 et 4) s'étendant jusqu'à la troisième plaque ambulacraire adjacentes

(des ambulacres II et IV) et à la troisième plaque ambulacraire adjacente (ambulacres V et I). Grandes plaques sternales, s'étendant jusqu'aux cinquièmes plaques ambulacraires.

Plastron amphisterne convexe (Fig. 7) formant une plate-forme en saillie (moyenne L16 = 29,06 %TL ; n = 2), sa partie postérieure arrondi avec une légère encoche et se termine par deux bosses arrondies, fortement tuberculeux sur toute sa surface mais avec de petits tubercules comme ceux des interambulacres latéraux.

Péristome : Obtus, en forme de croissant, fortement labié, le péristome s'ouvre très près du bord antérieur (L11 entre 18.07 et 22.66%TL avec une moyenne de 20.18%TL, n = 3), La plaque labral est courte, en forme de T, légèrement plus longue que large (L14/L12 = 79,95 %) et projette légèrement dans le péristome (moyenne L12 = 7,93 %TL ; n = 2), s'étendant jusqu'à la deuxième plaque ambulacraire adjacente.

Périprocte : Le périprocte est ample, arrondi et inclus sous le bord postérieur et au-dessus d'une assez grande zone déprimée bordée par le fasciole (L1 = 8,2 à 12,67%TL, moyenne 9,41 %TL ; n = 6). Les tubercules de la face supérieure sont petit et serré, et prennent du volume un peu plus au sommet de la partie antérieure de l'Interambulacre.

L'ambitus forme avec le plan de face orale un angle de 15°, ce qui donne au test un aspect penché en avant. Le péripétale la fasciole est bien développée, très sinueuse et de type orthofasciole (sensu [Néraudeau et al., 1998](#)) entrant dans les zones interambulacraires formant un lobe carré au niveau de la partie antérieure du test. La fasciole sous-anale entoure un large talon et forme une anse bilobée.

Remarque :

Cette forme partage avec *Schizobrissus cruciatus* [Vadász, 1915](#), (tableau. 32) le contour du test (avec un sillon antérieur assez profond) et de profil, le type de tuberculisation, l'allure du fasciole péripétale, et la forme des pétales antérieurs (longs et étroits, pointe distale légèrement fléchie vers l'avant). Il montre également certaines affinités avec *Meoma* (*Schizobrissus*) *locardi* [Lachkhem & Roman, 1995](#).

Discussion :

Selon [Stefanini \(1909\)](#), les caractères de *S. mauritanicus* contraste quelque peu avec ceux de *Macropneustes*. Quant à [Vadász \(1915\)](#), l'espèce la plus proche de son *S. cruciatus* est *S. mauritanicus* ; [Pomel \(1885\)](#) lui-même a admis la ressemblance de son espèce avec *S. cruciatus*, de même pour *Brissus latus* [Wright, 1955](#) qui partage quelques affinités avec *S. mauritanicus*. [Lambert \(1902, p 106\)](#) considère *Linthia locardi* [Cotteau, 1877](#) comme une espèce de *Schizobrissus*, mais exclu *Deakia* [Pavay, 1874](#). [Vadász \(1915\)](#) a attribué son matériel fossile à *S. cruciatus* ([Agassiz, 1847a](#)) avec quelques réserves et a constaté que le plus espèce similaire à ses spécimens est *S. mauritanicus* [Pomel, 1885](#). [Kroh \(2005\)](#) a affirmé que *S. cruciatus* et *S. locardi* étaient simplement grands et petits individus de la même espèce.

Ce fut le cas de [Quintana \(2020\)](#) qui proposait d'examiner les spécimens originaux de *S. locardi*, *S. mauritanicus* et *S. cruciatus* afin de confirmer ou d'infirmer leur position en tant que variétés intraspécifiques de *S. cruciatus*.

Selon [Lachkhem & Roman \(1995\)](#), leur spécimen de *Meoma (Schizobrissus) cruciata* est similaire à *S. mauritanicus*, la seule différence située dans le disque apical légèrement excentrique vers la partie postérieure du test et les pétales postérieurs non cambrés.

[Quintana \(2020\)](#) a attribué que les figures illustrant *S. mauritanicus* avec *S. latus* ([Wright, 1855](#)), *Brissus cruciatus* [Agassiz, 1847](#), *Brissus latus* [Wright, 1855](#), *Linthia cruciata* [Cotteau, 1877](#); *Linthia locardi* [Cotteau, 1877](#), *Schizobrissus cruciatus* [Lambert, 1909](#), *Meoma (Schizobrissus) cruciatus*, et *Meoma (Schizobrissus) locardi* [Lachkhem & Roman, 1995](#), montre différences mineures entre eux, et a admis qu'ils ont peu d'importance en tant que variation intraspécifique.

De même [Quintana \(2021\)](#) a affirmé que *Schizobrissus obradori* diffère clairement de *S. cruciatus*, *S. latus*, *S. mauritanicus* et *S. locardi* par un plus test de compression antéropostérieure. Selon les données biométriques fournies par [Vadász \(1915\)](#) et [Quintana \(2020\)](#), *Schizobrissus mauritanicus* ressemble beaucoup à *Schizobrissus cruciatus* (Tab. 32), cependant, on peut ne pas décider définitivement sur sa synonymie avec *S. cruciatus* jusqu'à ce que nous ayons suffisamment de données biométriques sur la base d'un nombre fiable de spécimens concernant *S. cruciatus*.

	TW%TL	TH%TL	nPore Pant	nPores Ppost	α	β
<i>S. mauritanicus</i> Pomel	94.63	47.82	27	30	134°-135°	55°-60°
<i>S. cruciatus</i> (Vadász)	95.45	46.36		30	140°-150°	60°-70°
<i>S. cruciatus</i> (Quintana)	92.27		27	31	117°-123°	52°-65°

Tableau 33 : Comparaison entre *Schizobrissus mauritanicus* et *S. cruciatus*.

La coexistence des deux espèces (appartenant au même genre) dans le même site et les mêmes strates a déjà été signalé dans Melilla [Maroc; coexistence de *Meoma (Schizobrissus) cruciata* ([Agassiz, 1847a](#)), *Meoma (Schizobrissus) locardi* ([Cotteau, 1877](#)) [Lachkhem & Roman, \(1995\)](#), p. 16], Corse [*Schizobrissus crutiata* ([Agassiz, 1847a](#)) et *Schizobrissus locardi*, ([Cotteau, 1877](#))], Bassin du Rhône [*Meoma (Schizobrissus) cf. cruciata* ([Agassiz, 1847a](#)), *Meoma (Schizobrissus) locardi* ([Cotteau, 1877](#)), [Philippe, \(1998\)](#)], et à Minorque [*Schizobrissus cruciatus* et *Schizobrissus* sp. [Quintana, \(2020\)](#)].

Une observation similaire a été faite dans la localité type de Ouillis (Algérie) où deux morphotypes de *Schizobrissus mauritanicus* co-occurrent : le premier conforme au type forme illustrée par Pomel (1885), et la seconde présentant une forme beaucoup plus allongée (Belkercha *et al.*, 2023). L'analyse biométrique des deux morphotypes montre que la différence réside essentiellement dans le rapport TW/TL qui varie entre 90,8 et 98,65% dans *S. mauritanicus* forma 1 et entre 65,14 et 78,42%TL pour *S. mauritanicus* forma 2, ainsi que dans le rapport de forme des plaques sternales qui est L16/L13 = 85,07% en *S. mauritanicus* forma 1 et 76,61% dans *S. mauritanicus* forma 2 respectivement, alors que les autres paramètres sont relativement identiques (fig. 57 ; Tableau 31).

L'examen des échantillons présentant ces deux types morphologiques, montre que les spécimens plus petits de presque 50% que les grands individus près de 50%, présentent les mêmes résultats biométriques, notamment le rapport TW/TL des tranches de taille examinée n = 1 dans *Schizobrissus mauritanicus* forma 1 qui est 90,80 % ; de même la deuxième forme morphologique mais avec un rapport TW/TL de 77,97 %, (spécimens plus petits que les grands individus de près de 80 % n = 1).

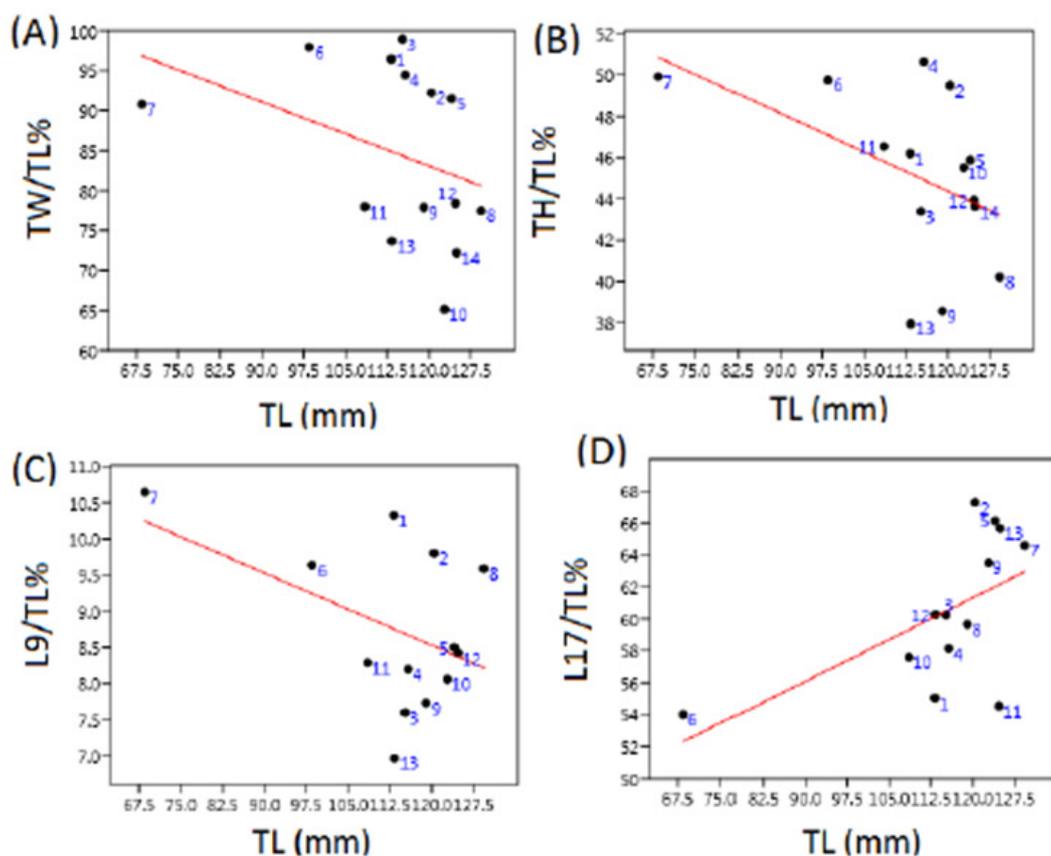


Figure 57: Comparaison morphométriques des deux formes de *S. mauritanicus*.

La proportion d'échantillons des deux formes collectées dans la localité type et d'étude donne 59% d'individus appartenant à *Schizobrissus mauritanicus* forma 1, (fig.59) et 41 % concernant *S. m.* forma 2, (fig. 59).

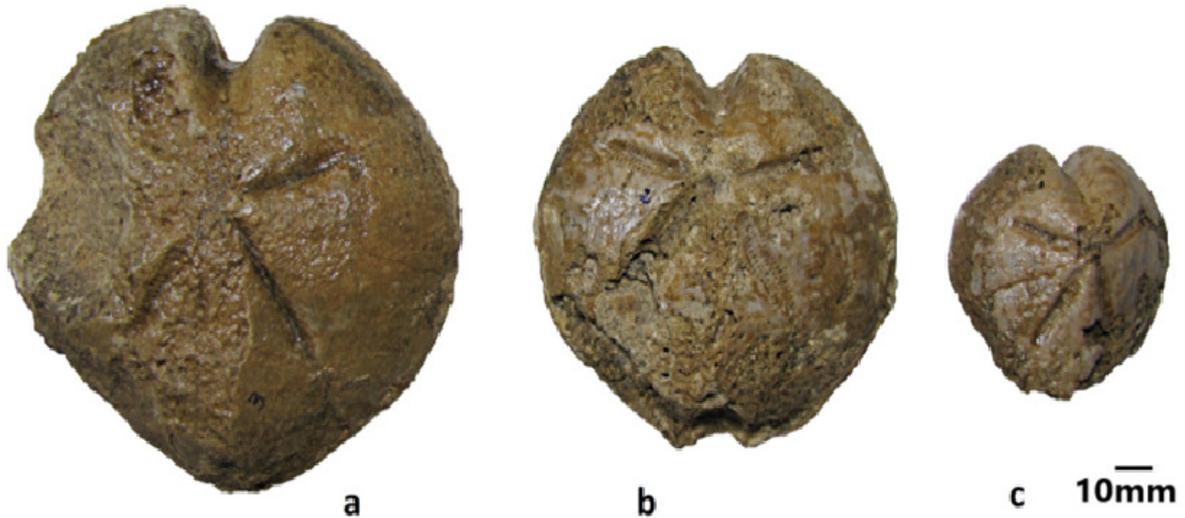


Figure 58 : *Schizobrissus mauritanicus* morphotypes ; forma I.

Si l'on considère les variations morphologiques similaires, entre les gros spécimens et ceux de petite taille chez *Meoma ventricosa* (Kier & Grant, 1965), on peut affirmer que ce



Figure 59: *Schizobrissus maritanicus* morphotypes ; forma II.

sont probablement des adaptations à différentes niches écologiques (calcaire avec algues, algues et sable), susceptibles d'influencer le changement morphologique pendant la croissance, comme le confirment les observations sur le terrain des échantillons collectés dans les mêmes strates et les mêmes faciès. Ce n'est pas le cas avec *Schizobrissus mauritanicus* où

les deux formes peuvent probablement plaider en faveur d'un dimorphisme sexuel, car ces deux formes avaient évolué en parallèle sans aucune transition d'une forme à l'autre, et certainement pas une variation ontogénétique, surtout puisque ce phénomène s'observe dans différents gisements et que ces deux formes de *Schizobrissus* ensemble diffèrent d'un dépôt à un autre.

D'autre part, l'ambiguïté sur *Brissus cruciatus*, notamment l'absence de figurine et son T75 incomplet, ainsi que l'incertitude sur sa localité type et la rareté des spécimens collectés appartenant à cette espèce ; ces conditions déjà évoquées par [Philippe \(1998\)](#), sont un bon argument pour restaurer *S.mauritanicus* forma 1 comme type du genre, puisqu'il est représenté par un nombre satisfaisant de spécimens originaux de la localité type où Pomel a signalé son espèce, ([Pomel, 1885](#)).

De plus si l'on retrace l'historique de la validité de *S. mauritanicus* on constate qu'en 1869 Pomel avait institué son genre *Schizobrissus* sans lui attribuer une espèce type, il a fallu attendre 1883 qu'il établit *S. mauritanicus* comme espèce type dans cette thèse qu'il reprend en 1885 dans ses travaux sur les échinides de Algérie.

Cela signifie que *S. mauritanicus* est l'espèce officiellement reconnue et espèce type valide du genre *Schizobrissus*, car c'était la première espèce à être établie comme telle par l'auteur original du genre ceci conformément aux articles, [69.1], [69.1.2], [70], [70.2] du Code international de nomenclature zoologique, ([C.I.Z.N, 2000](#)). Toute autre espèce introduite plus tard, comme celle de [Lambert et Jeannet](#) en (1928), sont considérées comme invalides.

d) *Brissopsis* L. Agassiz, 1840

[=*Kleinia* Gray, 1851, p. 133, type species *Kleinia luzonica* Gray, 1851 ; = *Toxobrissus* Desor, 1858, p. 399, espèce type *Brissopsis elegans* Agassiz, 1847, p. 184 ; = *Brissoma* Pomel, 1883. p. 41, espèce type *Brissopsis duciei* Wright, 1855, p. 37 ; = *Zeugaster* Lambert, 1907, p. 106, espèce type = *Brissopsis lamberti* Gauthier, 1900, p. 42 ; = *Bryssopsis* Meissner 1903, p. 1343 (nomen vanum); = *Toxobryssus* Meissner, 1903, p. 1395 (nomen vanum); ?=*Fernandezaster* Sanchez Roig, 1952, p. 18, espèce type ; *Fernandezaster fernandezi* Sanchez Roig, 1952].

Espèce type :

Brissus lyrifera Forbes, 1841, p. 187, par désignation subseuente de Desor, 1858, p. 378.

Distribution :

Eocène à l'actuel, l'Indopacifique, Atlantique, Méditerranée.

Les subdivisions attribuées au genre *Brissopsis* n'ont pas été fondées sur des caractères pris isolément, des caractères vraiment génériques selon Lambert. Cottreau a vu qu'il était

tout à fait inutile de conserver, même comme sous-genres, ces différentes dénominations proposées pour différentes variations du genre.

Ecologie et biogéographie :

Les espèces existante de *Brissopsis* se rencontrent sur les substrats vaseux et silteux, où ils vivent enfouit entre 40 et 100mm de profondeur (Nichols, 1959a; Chesher, 1968; Kier et Grant, 1975). La plupart des espèces se rencontrent à un environnement relativement profond (au-dessous de 3200m Agassiz, 1904 ; Mortensen, 1951), mais quelques espèces sont connues dans de petites profondeurs [e.g. *B. elongata* Mortensen, qui se rencontre entre 13 et 72 m de Belize (Kier, 1975), ou *B. lyrifera* (Forbes) et *B. luzonica* (Gray, 1851) qui se rencontrent respectivement entre 5-1400 et 10-1000 mètres (Mortensen, 1951)]. A cause de leurs habitats (essentiellement les eaux profondes, et un fin sédiment silicoclastiques) la distribution de *Brissopsis* n'est pas très affectée par la température comme les autres genres. Il apparait largement à travers le climat tropical, chaud et tempéré et les zones climatiques froides et tempéré.

Ce genre se distingue de *Metalia* et *Plagiobrissus* par son fasciole sub-anal bilobé en forme de bouclier, un disque apical sub-central, qui marque les pétales postérieurs généralement plus courts que les pairs antérieurs.

Chez *Metalia* et *Plagiobrissus* les pétales postérieurs sont plus longs que les pairs antérieurs. *Rhinobrissus* diffère par avoir un fasciole sub-anal en forme de bouclier et ses pétales antérieurs sont plus largement divergeant, une excellente révision a été faite par (Chesher, 1968 et Coppard, 2008, in smith 2017).

d.1) *Brissopsis crescenticus* Wright, 1855

PL. XXVI, a1- a3

Espèce Type :

Brissopsis lamberti Gauthier, 1900, p. 42, par désignation original. Lambert avait suggéré de placer *B. crescenticus* dans cette section (sous-genre *Zeugaster*).

Synonymie:

- 1855 *Brissopssis crescenticus* Wright, p. 187-188, pl. 6, fig. 2.
- 1858 *Toxobrissus crescenticus* (Wright); Desor, p. 400, pl. 42, fig. 6-8.
- 1877 *Brissopsis crescenticus*, Wright, 1855; Cotteau in Locard, p. 306-308.
- 1891 *Kleinia crescentica* (Wright) (*Brissopsis*); Gregory, p. 622-623.
- 1891 *Brissopsis crescenticus* Wright, 1854 ; Cotteau et al., p. 93-94.
- 1896 *Brissopsis lusitanicus*, P. De Loriol, 1896 ; De Loriol, p. 42-43, pl. 13, fig. 2.
- 1900 *Brissopsis fraasi* Fuchs, 1882 ; Fourtau, p. 714.
- 1902 *Brissopsis fraasi* Fuchs ; Fourtau, p. 78-80, pl. 3, figs 5-6.
- 1904 *Brissopsis lusitanicus* ; Dolffus et al., p. 16.

- 1907a *Brissopsis (Zeugaster) lusitanicus*, De Lorient, 1896 ; Lambert, p. 109-110.
- 1909 *Brissopsis crescenticus* Wright, 1855; Lambert, p. 96-97, pl. 7, figs 11-12.
- 1909 *Brissopsis consobrinus* Lambert ; Lambert, p. 98, pl. 3, figs 11-13, pl. 10, fig. 6.
- 1909 *Brissopsis lusitanica*; Stefanini, p. 8.
- 1915 *Brissopsis crescenticus* Wright; Vadász, p. 230, pl. 9(3), fig. 14; pl. 10(4), fig. 10.
- 1915 *Brissopsis crescenticus* Wright, 1855; Lambert, p. 173, pl. 14, figs 4-6.
- 1919 *Brissopsis lusitanica* Lor. Stefanini, p. 143-144.
- 1920 *Brissopsis crescenticus* Wright, Fuchs; Fourtau, p. 74-75.
- 1939 *Brissopsis crescenticus* Wright; Tavani, p. 43-44, pl. 3(5), fig. 3.
- 1951 *Brissopsis crescenticus* Wright; Mortensen. p. 374, fig. 381a.
- 1956 *lusitanicus* ; Cotter, p. 134.
- 1961 *Brissopsis lusitanicus* P. De Lorient ; Ferreira, p. 554, pl. 4, fig. 27.
- 1967 *Brissopsis lusitanicus* P. De L ; Zbyszewski, p. 46, 95 107.
- 1972 *Brissopsis lusitanicus* De Lorient ; Comaschi Caria, p. 58-59, 68, pl. 50, figs 4-7.
- 1974 *Brissopsis elegans* Agassiz in Agassiz & Desor; Chavanon, p. 263-264, pl. 17, fig. 8.
- 1974a *Brissopsis crescenticus*; Rose, fig. 3.
- 1974b *Brissopsis crescenticus*; Rose, fig. 3.
- 1975 *Brissopsis crescenticus* Wright; Rose, fig. 12.
- 1979 *Brissopsis crescenticus* Wright 1855; Challis, p. 257.
- 1979a *Brissopsis crescentica* WRIGHT 1855; Menesini, p. 61.
- 1979b *Brissopsis crescentica* Wright 1855; Menesini, p. 803.
- 1980 *Brissopsis crescenticus* Wright, 1858; Challis, p. 248-251, pls. 10, 12-13, 16.
- 1984 *Brissopsis crescenticus*; Boggild & Rose, figs 2-3.
- 1998 *Brissopsis crescenticus* Wright, 1855; Philippe, p. 190-192, pl. 21, figs. 6-8.
- 2010 *Brissopsis crescentica* Wright, 1855; Preira, p. 106, pl. 39, figs 1-3.

Matériel :

6 spécimens, de la coupe d'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **B-cr-1, B-cr-6.** (Tab.34).

Specimens	TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17
B-cr1	58.9	55	29.15	6.3	7.7	12	17	7.4	15.7	4.8	29.8	2.7	4.5	22	4	25	2.5	20.4	20	11
%TL	93.37	49.49	10.69	13.07	20.37	28.86	12.56	26.65	8.14	50.59	4.58	7.64	37.35	6.79	42.44	4.24	34.63	33.35	18.67	
B-cr2	39	32	25	2.5	2	11	10	4.2	8.8	3	18	2	3.6	14	2.6	15.8	2	13	13.8	9
%TL	82.06	64.10	6.41	5.12	28.20	25.64	10.76	22.56	7.69	46.15	5.12	9.23	35.89	6.66	39.74	5.12	33.33	35.38	23.07	
B-cr3	35	33	21	5.2	5	11.5	9.6	4.8	8.9	3	17.6	2	2.8	11	2.8	15.8	2.3	14	11.2	7
%TL	94.28	60	14.85	14.28	32.85	27.42	13.71	25.42	8.57	50.28	5.71	8	31.42	8	45.14	6.57	40	32	20	
B-cr4	41.7	41	24	?	?	?	16.5	3.8	12.5	2.8	24.5	1.4	2.7	14.6	3.8	18.3	2.8	15	15.9	?
%TL	98.32	57.55	?	?	?	?	39.56	9.11	29.97	6.71	58.75	3.35	6.47	35.01	9.11	43.88	6.71	35.97	38.12	?
B-cr5	41.5	36.3	26.5	5.3	5	11	?	?	10.4	3	24.4	1.5	1.7	13	2.7	17	2.5	13.7	15.4	12
%TL	87.47	64.09	12.77	12.04	26.50	?	?	?	25.06	7.22	58.79	3.61	4.09	31.30	6.50	40.96	6.02	33.01	32.10	28.92
B-cr6	42.4	39.5	22	?	?	?	11.2	4.7	10.5	3.6	23.8	?	2.8	15	2.7	20	2.6	15.3	15.8	10.25
%TL	93.16	51.88	?	?	?	?	26.41	11.08	24.76	8.49	56.13	?	6.60	35.37	6.36	47.17	6.13	36.08	37.26	24.17
Moyenne %TL	91.54	57.85	11.18	11.12	26.28	29.57	11.44	25.73	7.80	53.44	4.47	7	34.39	7.23	43.22	5.79	35.50	34.70	22.96	

Tableau 34: Mesures biométriques de *Brissopsis crescenticus*.

Description :

Test de petite à moyenne taille sa largeur se situe entre 82.06 et 98.32%TL avec une moyenne de 91.44%TL, n=6, à contour ovale un peu allongée, sa partie la plus large est située à la partie antérieure du système apicale, la partie antérieure du test est ronde avec un sinus frontale peu profond, L9 est entre 3.35 et 5.71%TL avec une moyenne de 4.47%TL, n=5, de profil le test est un peu déprimé avec une troncature postérieure sub-véritable, la partie la plus

haute est situé postérieurement à une distance L17 entre 18.67 et 28.92%TL avec une moyenne de 22.96%TL, n=5 dans l'Interambulacre 3 ; TH = entre 49.49 et 64.1%TL avec une moyenne de 57.85%TL, n=6, l'ambitus est rond et renflé. La surface orale est plate avec un plastron enflé.

Disque apicale ethmolyse (fig.60) subcentral avec 4 pores génitaux circulaires très proches, situé à L8 entre 46.15 et 58.79%TL avec une moyenne de 53.44%TL, n=6 de la marge postérieure du test, la plaque madréporite est longue séparant les deux pores génitaux 1 et 4.

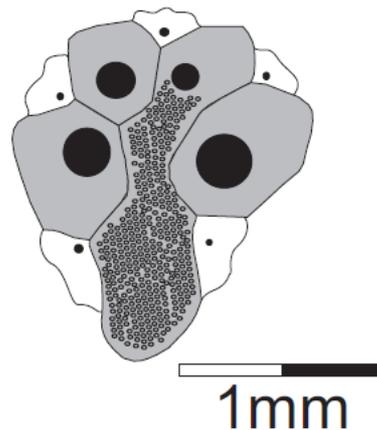


Figure 60 : Système apical de *Brissopsis crescenticus*.
Spécimen B-cr-1

L'ambulacre impair est peu profond L10 entre 4.09 et 9.23%TL avec une moyenne de 7%TL, n=6, échançant l'ambitus avec de petit isopores obliques arrangés en deux rangées droites. La zone interporifère est large pleine de petits tubercules perforé et crénelés, augmentant relativement de taille vers les côtés du sillon. Les ambulacres pairs sont enfoncés et renfermé dans leur partie distale un peu fléchies latéralement ; les antérieurs représentent L4 entre 25.64 et 39.56%TL avec une moyenne de 29.57%TL, n=5 ; L5 entre 9.11 et 13.71%TL avec une moyenne de 11.44%TL, n=5 de la longueur du test. Les pétales postérieurs ont une longueur L6 entre 22.56 et 29.97%TL avec une moyenne de 25.73%TL, n=6, et une largeur L7 entre 6.71 et 8.57%TL avec une moyenne de 7.80%TL, n=6. Les pétales antérieurs forment un angle obtus de 105° avec un angle aigu de 45° pour les postérieurs.

Les isopores des pétales sont allongés subégaux ; le pore perradial est un peu plus gros, l'espace interporifère est égale au largeur d'un pore alors que la zone interporifères est égale à deux fois la taille d'un seul pore. Les pétales postérieurs sont confluant dans leur tiers adapicale.

Sur la face orale les ambulacres forment de larges zones dépourvues de tubercules à l'exception de quelques rares petits tubercules perforés et crénelés, les pores dans cette zone sont allongés antéropostérieurement en forme de fente. Sur la face apicale les interambulacres sont fortement enflés entres les pétales. La tuberculation aborale est très

dense et homogène ; les tubercules son grande taille autour des pétales pairs, le long de la marge de l'ambulacre III et vers l'ambitus à la marge antérieur du test ; les plus gros tubercules son situé antérieurement à la marge et sur la face orale, péristome en forme de croissant situé à une distance L11 entre 31.3 et 37.35%TL avec une moyenne de 34.39%TL, n=6, la longueur du labrum L12 entre 6.36 et 9.11%TL avec une moyenne de 7.23%TL, n=6.

Plastron holamphisterne caréné le long de sa suture centrale sa largeur (fig. 61) est L16 entre 32 et 38.12%TL avec une moyenne de 34.70%TL, n=6, sur lequel les tubercules s'arrangent en forme d'éventail irradianant à partir d'une élévation dans la partie postérieure du plastron.

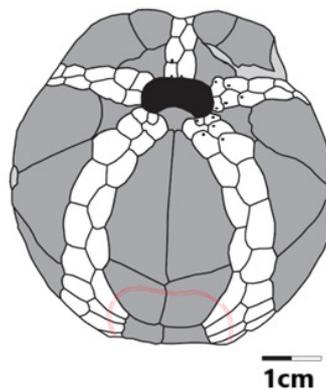


Figure 61: Architecture de la face orale de *Brissopsis crescenticus*.
Spécimen B-cr-1

Le périprocte est situé dans la partie supérieur de la face postérieur du test, de forme ovale, L1 entre 6.41 et 14.85%TL avec une moyenne de 11.18%TL, n=4 et L2 entre 5.12 et 14.28%TL avec une moyenne de 11.12%TL, n=4. Le fasciole péripétale est indenté entres les pétales pairs antérieur et postérieurs constituant un lobe tronqué à la partie antérieur près de l'ambitus, de formule : [5,5(6) :: 5 → 6(7), 6(7) :: 9], (fig. 62). Le fasciole sous anale est réniforme débute de la plaque 5.3b et croisant l'ambulacre V.6b → 9, puis l'interambulacre 5.a5 → 5.a4 puis 5.b4 → 5.b5 croisant l'ambulacre I.9a → 6 se terminant à l'Interambulacre 5.b3 enfermant la boucle.

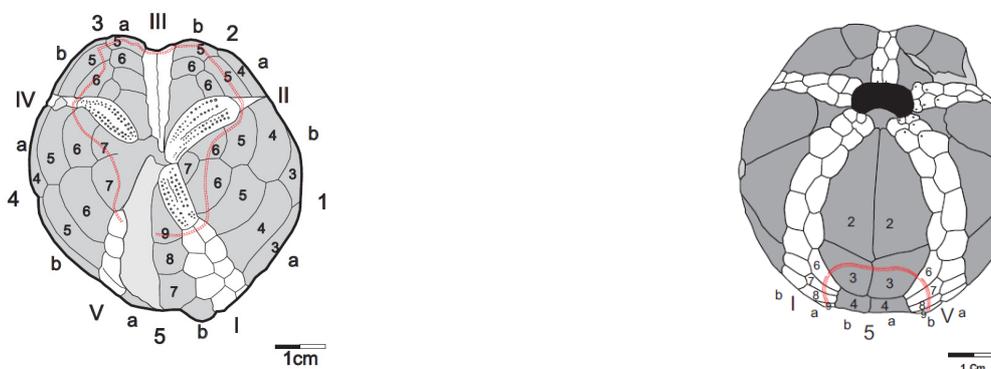


Figure 62: Fasciole peripétal et sous-anal de *Brissopsis crescenticus*.
Spécimen B-cr-1

Rapport de différence :

l'aplatissement de la face dorsale du test, les profondes dépressions causées par la portion pétaoloïde des zones ambulacraires ainsi, que les doubles croissants formés par les pétales, distinguent nettement *Brissopsis crescenticus* de ses congénères, (Wright, 1855), il diffère de *B. lyrifera*, par ces pétales postérieurs très confluant, *B. nicaisii*, Pomel à quelques analogie avec *B. crescenticus*, mais selon la description de l'auteur il est beaucoup plus étroit, pétales plus courts, les antérieurs moins rejeté en dehors, la partie en arrière des pétales est plus courte, la bouche plus près du bord. Malheureusement cette espèce n'est pas figurée.

Brissopsis Mesleij, Peron et Guautier 1891 se rapproche assez du *B. crescenticus* ; il s'en distingue par sa forme plus élargie, par son apex central, par ses ambulacres pairs antérieurs droits, par l'ensemble de son système ambulacraire plus développé. Ce dernier paraît proche de *B. ottnangensis* Hoernes, 1875.

Localité :

Terrains miocènes (calcaires à algues) de Oued Sidi Mediouni, Amria (Ain Temouchent).

d.2) *Brissopsis latipetalus* Pomel, 1887

Pl. XVIII, fig. a1, a2, a3

Synonymie :

1885 *Brissopsis latepetalus* Pomel. pl. A VI, fig. 5.

1887 *Brissoma latipetalum* Pomel, p. 45.

1891 *Brissopsis latipetalus* Pomel, Cotteau, et *al.*, fasc. X, p.100.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe de Sig déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **B-lat-1**. (Tab.35).

	B-lat	%TL
TL	73.6	
TW	83	112.77
TH	34.6	47.01
L1		
L2		
L3		
L4	27.5	37.36
L5	6.3	8.56
L6	19	25.81
L7	5.45	7.40
L8	25	33.36
L9	2.7	3.66
L10	10	13.58
L11	4.55	6.18
L12		
L13		
L14		
L15		
L16		
L17	17.5	23.87

Tableau 35: Mesures biométriques de *Brissopsis latepetalum*.

Description :

Test d'assez grande taille, oblongue un peu allongé transversalement sa largeur est égale à 112.77% la longueur totale, échancré en avant L9 égale à 3.66%TL, ambulacre antérieur à zones porifères relativement étroites très distantes placées le long des bords d'un sillon large dès son début à bords bien nets et un peu abrupts se resserrant brusquement près du bord antérieur qu'il échancre faiblement d'une largeur égalant 13.58%TL, et continu sur la face orale par une simple gouttière jusqu'au péristome. Apex excentrique en arrière, situé à 33.36%TL du bord postérieur du test. Absence des pores génitaux dans notre exemplaire.

Pétales creusés en larges sillons bien limités à zone interporifères plus large que l'une des porifères les antérieurs étalés droits, formant un angle de 85°, dont la longueur et la largeur représentent respectivement 37.36%TL et 8.56%TL, les postérieurs un peu obliques en arrière sensiblement plus larges bien plus courts légèrement atténués en arrière-représentant 25.81%TL de longueur et 7.40%TL de largeur formant un angle de 80°.

Fasciole péripétale flexueux près des pétales paires très proches de leurs extrémités croisant les sillons antérieurs très près du bord. Les interambulacres couverts de petits tubercules serrés peu inégaux un peu renflés près du sommet déprimé sauf l'impair qui est plus surbaissé entre les pétales et bien convexe près du bord.

Péristome absent dans notre exemplaire, plastron parsemé de fins tubercules irradiant vers l'extérieur avec augmentation de leur taille, la tuberculation est plus grosse vers les partis

antérieur des interambulacres, devenant graduellement plus fine vers la partie postérieure. Périprocte absent.

Rapport de différence :

Brissopsis Duciei Wright, 1855 en diffère beaucoup plus par ses pétales plus étroits surtout les postérieurs mais il a beaucoup d'affinités avec *B. latepetalum*.

Localité :

Terrains miocènes près du Barrage de Sig.

d.3) *Brissopsis speciosum* Pomel, 1887

PL. XXVII, fig. a1, a2, a3

Synonymie :

1885 *Brissoma speciosum*, Pomel, pl. A VIII, fig. 1-2.

1887 *Brissopsis (Toxobrissus* errore typ.) *speciosus* Pomel, p. 47.

1891 *Brissopsis speciosum* Pomel, Cotteau, et al., fasc. X, p.100.

Matériel :

Un seul spécimen, de la coupe d'Arbal déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous le code : **B-spe-1**. (Tab.36).

	B-spe	%TL
TL	51	
TW	45.3	89.27
TH	27	52.94
L1	5	9.8
L2	3.8	7.45
L3	15	29.41
L4	14.6	28.62
L5	4	7.84
L6	10	19.60
L7	3.3	6.47
L8	23	45.09
L9	2.3	4.50
L10	3.3	6.47
L11	10.5	20.58
L12		
L13	20.6	40.39
L14	3.6	7.05
L15	13.4	26.27
L16	16	32.37
L17	9.7	19.01

Tableau 36: Mesures biométriques de *Brissopsis speciosum*.

Description :

Grand oursin ovalaire cordiforme, assez convexe $TW=89.27\%TL$, Apex excentrique en arrière dont la distance du bord postérieur est de 23mm soit $45.09\%TL$. Ambulacre antérieur simple, dans un sillon large et profond, à bords déclives, se rétrécissant au passage du fasciole ($L10 = 3.3\text{mm}$ soit $6.47\% L$), avant d'échancrer faiblement le bord et se prolongeant en s'effaçant jusqu'au péristome $L9 = 4.50\%TL$. Pétales se situant dans des sillons bien profonds, moins profonds vers leurs extrémités distales, les antérieurs d'une longueur représentant $28.62\%TL$ mais à zones porifères étroites, disposés en croix, les postérieurs de $19.60\%TL$ plus courts, séparés par un interambulacre déprimé.

Fasciole péripétale bien marqué, flexueux, avec un lobe antérieur, assez court, anguleux. Les tubercules primaires forment une bande le long du sillon antérieur. Les interambulacres sont un peu renflés entre les ambulacres en particulier au niveau de la zone antérieur du test.

Péristome près du bord, $L11 = 20.58\%TL$, semi-lunaire, labié ; périprocte elliptique situé sur la partie postérosupérieur du test, ($L1 = 9.8\% L$; $L2 = 7.45\% L$). La face postérieure haute et large, tronquée suivant un plan oblique ; fasciole sous-anal réniforme entourant le talon du plastron un peu étalé sur les côtés.

Plastron grand, triangulaire, ($L16= 32.37\%TL$) amphisterne, couvert de tubercules peu serrés, séparé par de larges aires ambulacraires lisses.

Rapport de différence :

Cette espèce ressemble beaucoup à *B. Latipetalum*. Selon Pomel *Brissopsis Duciei* Wright, 1855 a son sillon antérieur plus profond, et ses pétales antérieurs un peu flexueux. *B. sheliense* bien plus large a ses pétales beaucoup plus étroits.

Localités :

Terrains sahéliens d'Arbal, Oued Ameria et le ravin d'Oran.

d.4) *Brissopsis boutyi* Pomel, 1887

PL. XXVII, fig. b1, b2, b3

1885 *Brissopsis Boutyi* Pomel, pl. A XXIV, fig. 1-4, (inédites).

1887 *Brissopsis Boutyi* Pomel, p. 53-54.

1891 *Brissopsis boutyi* Pomel, Cotteau, et *al.*, p.99.

Matériel

3 spécimens, de la coupe de Jdiouia déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **B-bt-1**, **B-bt-3**. (Tab.37).

Specimens	TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17		
B-bt1	71	67.8	32	8.5	7	16.3	22.9	6.2	15.4	5.4	35.5	3.2	9.3	17.3	?	?	?	?	?	?	19	
%TL		95.49	45.07	11.97	9.95	22.95	32.25	8.73	21.69	7.60	50	4.50	13.09	24.36	?	?	?	?	?	?	26.76	
B-bt2	47	44.6	24.7	4.2	3.6	13.5	16.3	3.8	9.8	4.6	20.8	1.3	4.7	10.1	?	?	?	?	?	?	16.7	
%TL		94.89	52.55	8.93	7.66	28.72	34.68	8.08	20.85	9.78	44.25	2.76	10	21.48	?	?	?	?	?	?	35.53	
B-bt3	43	37	?	?	?	?	14.4	3.2	9	3	19	1.3	3.4	?	?	?	?	?	?	?	?	
%TL		86.04	?	?	?	?	33.48	7.44	20.93	6.97	44.18	3.02	7.90	?	?	?	?	?	?	?	?	
		92.14	48.81	10.45	8.75	25.83	33.47	8.08	21.15	8.11	46.14	3.42	10.33	22.92							35.53	26.76

Tableau 37: Mesures biométriques de *Brissopsis boutyi*.

Test de moyenne taille subelliptique, sa largeur est entre 86.04 et 95.46%TL avec une moyenne de 92.14%TL ; n= 3, un peu échancré à l'avant, sa partie postérieure est tronquée verticalement. Apex un peu excentrique en arrière à une distance L8 entre 44.18 et 50%TL avec une moyenne de 46.14%TL ; n= 3, à 4 pores génitaux rapprochés (fig. 63).

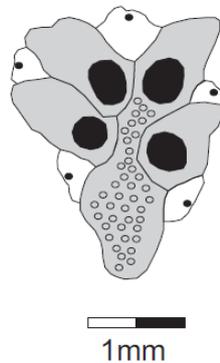


Figure 63: Système apical de *Brissopsis boutyi*.
Spécimen B-bt-3

Ambulacre impair simple, dans un sillon assez large L10 entre 7.90 et 13.09%TL avec une moyenne de 10.33%TL ; n= 3 et assez profond, L9 représente entre 2.76 et 4.50%TL avec une moyenne de 3.42%TL ; n= 3, moins profond et un peu contracté au bord antérieur, à zones porifères internes étroites à pores atrophiés.

Le sommet des interambulacres antérieurs, en saillie, s'abaissant en s'effaçant rapidement près de l'apex, les interambulacres latéraux sont relativement plus renflés. L'interambulacre V est relativement étroit et déprimé, près de l'apex devenant de plus en plus relevé vers la partie postérieure où il constitue convexité subcarénés.

Fasciole péripétale sinueuse sur les interambulacres latéraux et formant un lobe est très large, traversant le sillon impair près du bord dont la formule est [4, → 5,5 :: 5(6) → 6, (7) ,6(7):: 10], (fig. 64).

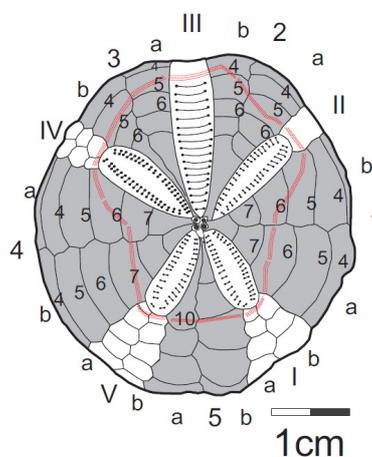


Figure 64: Trajectoire du fasciole péripétale de *Brissopsis boutyi*.
Ambulacres et interambulacres respectivement en blanc et gris, Spécimen B-bt-3.

Pétales antérieur représentant une longueur L4 entre 32.25 et 34.68%TL avec une moyenne de 33.47%TL ; n= 3, et d'une largeur L5 entre 7.44 et 8.73%TL avec une moyenne de 8.08%TL ; n= 3, égalant à 70% du rayon du test correspondant, beaucoup plus divergeant que les postérieurs forant un angle de 80° qui représentent 72% de la longueur des antérieure et moins divergents formant un angle de 65°, longueur L6 entre 20.85 et 21.69%TL avec une moyenne de 21.15%TL ; n= 3, et d'une largeur L7 entre 6.97 et 9.78%TL avec une moyenne de 8.11%TL ; n= 3.

Péristome près du bord, à une distance L11 qui représente entre 21.48 et 24.36%TL avec une moyenne de 22.92%TL ; n= 3, réniforme, faiblement labié ; périprocte elliptique, vertical, L1 entre 8.93 et 11.97%TL avec une moyenne de 10.45%TL ; n= 2, et L2 entre 7.66 et 9.95%TL avec une moyenne de 8.75%TL ; n= 2, au sommet de la face postérieure déprimé en area presque lisse. Fasciole sous-anal réniforme, entourant le talon du plastron ; ce dernier convexe, lancéolé, amphisterne dont la largeur L16 est de 35.53%TL, bien tubercule et séparé par les aires lisses, assez larges, des interambulacres latéraux, semblablement tuberculés. Les ambulacres du trivium autour de la bouche sont un peu creusés en sillon et lisses jusqu'au près du bord.

Cet oursin se rapproche de *Brissopsis lyrifera* ce dernier est plus oblong, avec un sillon antérieur moins creux et des zones ambulacraires inférieures plus larges et dénudé de tubercules.

Localité :

Terrains miocènes de Jdiouia (Relizane).

Remarque :

Selon [Pomel, \(1887\)](#) *Brissopsis Boutyi* se rapproche de *B. nicoleti* et *B. pulvinatus* Philippi, 1845, cependant *B. nicoleti* entre dans le groupe de *B. crescentica* ([Philippe 1998 in, Lacour et Néraudeau, 2000](#)) *B. pulvinatus* dans le groupe de *Brissopsis lyrifera*, ([Kroh et Mooi, 2017](#)). De plus, [Lachkhem & Roman \(1995\)](#) ont attribué *B. boutyi* décrit par Pomel (1887) à *B. lyrifera*.

II.9) Famille des Loveniidae

Sous-ordre Brissidina [Kroh and Smith, 2010](#) (= Brissidea de [Stockley et al., 2005](#))

Superfamille Spatangoidea [Gray, 1825](#)

Groupe couronne Spatangidea

Famille Loveniidae [Lambert, 1905](#)

Genre *Echinocardium* [Gray, 1825](#)

a) *Echinocardium* Gray, 1825

PL. XXV, fig. a1, a2, a3, a4

[=*Amphidetus* Agassiz, 1835, p. 184 (objective)]

Espèce type :

Echinus cordatus Pennant, 1777. Décision CINZ p.385. 1948. *Echinocardium* Gray, avec le genotype *Echinus cordatus* Pennant (1777. British Zoology. 4. p. 69, PL XXXIV, Fig. 75).

Distribution :

Miocène inférieur-Récent, Europe, Amérique du nord, Afrique du nord, Indopacifique.
Zone de Plate-forme moyenne à intertidale ; sable argileux et gravier coquillier - endofaune.

Le genre *Echinocardium* a été établi par Gray 1825 (p 430), avec l'espèce *atropos* Lamarck. Nommé pour la première fois il devrait par conséquence être accepté comme le type du genre.

Agassiz dans son « Prodrômus », n'avait pas accepté le mon *Echinocardium*, mais il créa le nouveau genre *Amphidetus* sous lequel *Echinocardium* est placé comme synonyme. Dans le " Catalogue raisonné " d'Agassiz et Desor la première espèce nommée sous le genre *Amphidetus* est *cordatus* (Pennant).

a.1) *Echinocardium depressum* (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847).

Pl. XXV, fig. a1, a2, a3, a4

Synonymie

- 1847b [*Amphidetus*] *depressus* Agass; Agassiz in Agassiz & Desor, p. 12
- 1852 [*Amphidetus*] *depressus*, Agass; D'Orbigny, p. 139, No. 2623.
- 1858 [*Echinocardium*] *depressum* Syn. *Amphidetus depressus* Agassiz; Desor, p. 407.
- 1885 *Echinocardium tuberculatum* Gauthier, 1885; Gauthier in Cotteau, p. 61-63, pl. 8, figs 11-14 [fide Philippe (1998: p. 225)].
- 1913 *E. [chinocardium] depressum* AG. (*Amphidetus*); Cottreau, p. 78.
- 1915 *Amphidetus depressus* Agassiz, 1847 ; Lambert, pp. 208-209, pl. 16, figs 4-7.
- 1915 *Amphidetus tuberculatus* Gauthier, (*Echinocardium*), 1885 ; Lambert, p. 209, pl. 15, fig. 11.
- 1915 *Amphidetus granifer* Lambert ; Lambert, p. 210, pl. 16, figs 1-3.
- 1920 *Echinocardium depressum* Agassiz, 1847 ; Fourtau, p. 91-92, pl. 7, fig. 3.
- 1975 *Echinocardium olissiponensis*; Kotchetoff et al., p. 67-75, pl. 3, figs 1-2; pl. 4, figs 3-4, pl. 5, figs 5-9.
- 1984 *Echinocardium depressum* (Agassiz), 1847; Negretti, p. 124-125, pl. 10, fig. 7.
- 1984 *Echinocardium tuberculatum* Gauthier in Cotteau, 1885; Negretti, p. 125-126, pl. 10, figs 8-15.
- 1998 *Echinocardium depressum* (Agassiz, 1847); Philippe, p. 225-129, pl. 26, figs 2-6.

- 2001 *Echinocardium depressum* (L. Agassiz, 1847); Radwański & Wysocka, p. 307.
 2005 *Echinocardium depressum* (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847); Kroh, p. 189-190, fig. 93; pl. 80, fig. 2.
 2010 *Echinocardium depressum* (Agassiz in Agassiz & Desor, 1847); Pereira, p. 120-123, 42, figs 1-3.

Matériel :

3 spécimens, de la coupe d'El Amria déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **E-dm-1, E-dm-3.** (Tab.38).

	TL	TW	TH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17
E-dm-1	41.9	37	24.35	6	4.6	13.3	17.8	7	15	5.5	22	2	3.9	10.75	2.8	21	2.8	16.6	13.8	10
%TL		88.30	58.11	14.32	10.97	32.74	42.48	16.70	35.8	13.12	52.50	4.77	9.30	25.25	6.68	50.11	6.68	39.61	32.93	23.86
E-dm-2	62	57.4	32.8	?	?	18.5	28.6	9.3	17	7.45	25	2.25	7	20.25	5	28.9	5.8	20	22	15.8
%TL		92.98	52.90	?	?	29.83	46.22	15	27.41	12.01	40.32	36.20	11.29	32.66	8.06	46.61	9.35	32.25	35.48	25.48
E-dm-3	64	60	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	7	21	4	29	6	22	20	?
%TL		93.75	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	10.93	32.81	6.25	45.31	9.37	34.37	31.25	?
Moyenne%		91.54	55.50	14.32	10.97	30.78	44.3	15.85	31.60	12.56	46.41	4.19	10.50	30.37	6.99	47.34	8.46	35.41	33.22	24.67

Tableau 38: Mesures biométriques d'*Echinocardium depressum*.

Description :

Teste de petite à moyenne taille, sa longueur se situe entre 41.9 à 64 mm dans les échantillons récoltés. Le contour est ovale avec un sinus frontal peu profond, la largeur maximale est entre 88.30 à 93.75%TL (moyenne= 91.54 ; n=3). De profile, le test revêt un aspect coffré légèrement allongé. La partie antérieure du test est renflée tandis que sa partie postérieure est traquée verticalement, avec une légère oblicité au niveau de la zone du périprocte, la hauteur maximale est entre 52.90 et 58.11 avec une (moyenne de 55.50%TL ; n=2) située au voisinage de la carène de l'inter ambulacre 5.

Le disque apical se situe à environ L8, est en moyenne de 46.41 %TL (n=2) de la marge postérieure, ethmolyse avec 4 gonopores circulaires, les antérieurs visiblement plus petites que les postérieurs (fig. 65)

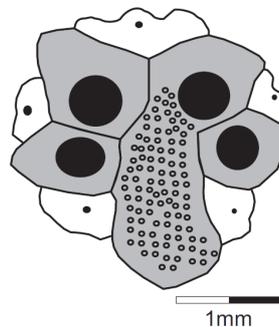


Figure 65 : Système apical d'*Echinocardium depressum*.
Spécimen E-dm-1

Les ambulacres sont légèrement déprimés entre le disque apical et l'ambitus, les ambulacres pairs sont larges sur la zone adapicale et modérément déprimés, avec des isopores allongés se situant en dehors du fasciole interne, la longueur des antérieurs L4 représente entre 42.8 et 46.12%TL avec une moyenne de 44.3%TL et une largeur L5 entre 15 et 16.70%TL (moyenne 15.85%TL ; n = 2) en revanche l'ambulacre pair antérieur est étroit L10 représente entre 9.30 et 11.29%TL avec une moyenne de 10.50%TL (n= 3) est plus déprimés, entre l'apex et la marge antérieure, avec des pores alignés en unique rangée de pores de part et d'autres de la dépression ambulacraire (fig.67, B).

Sur la face orale les interambulacres forment des légers renflements entre les ambulacres, tapissés par des petit tubercules perforés et crènelés, le plastron est petit presque plat amphisterne avec une saillie en talon à sa partie postérieure, et une série de tubercules radiaires augmentant de volume postéro-antérieurement (fig. 66).

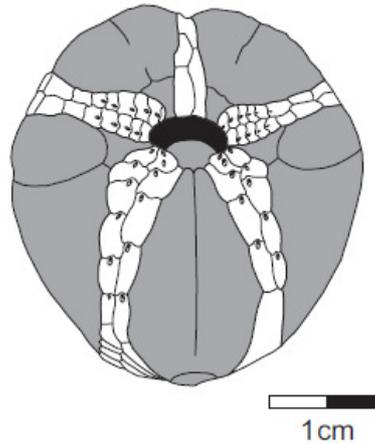


Figure 66: Face orale d'*Echinocardium depressum*.
Spécimen E-dm-1

Le péristome se situe à une distance L11 en moyenne de 30.37%TL (n=3) de la marge antérieure sur la surface orale, réniforme, relativement large, le labre est étendu se projetant à l'intérieur du péristome L14 représente en moyenne 8.46%TL (n=3).

Le périprocte est situé dans la partie postérosupérieur du test dans une dépression dont la carène de l'Interambulacre 5 constitue une sorte d'auvent, il est subcirculaire mesurant L1 = 6mm soit 14.32%TL (n=1) et L2 représente 10.97%TL (n=1).

Présence d'un fasciole interne s'étant à environs les 2/3 du test, le fasciole subanal délimite une aire de forme oblongue cordiforme s'étendant depuis la marge antérieure du périprocte jusqu'à la marge inférieure du test dont la pointe est dirigée vers le bas menu d'une forte tuberculation et portant trois pores de chaque côté (fig. 67, A).

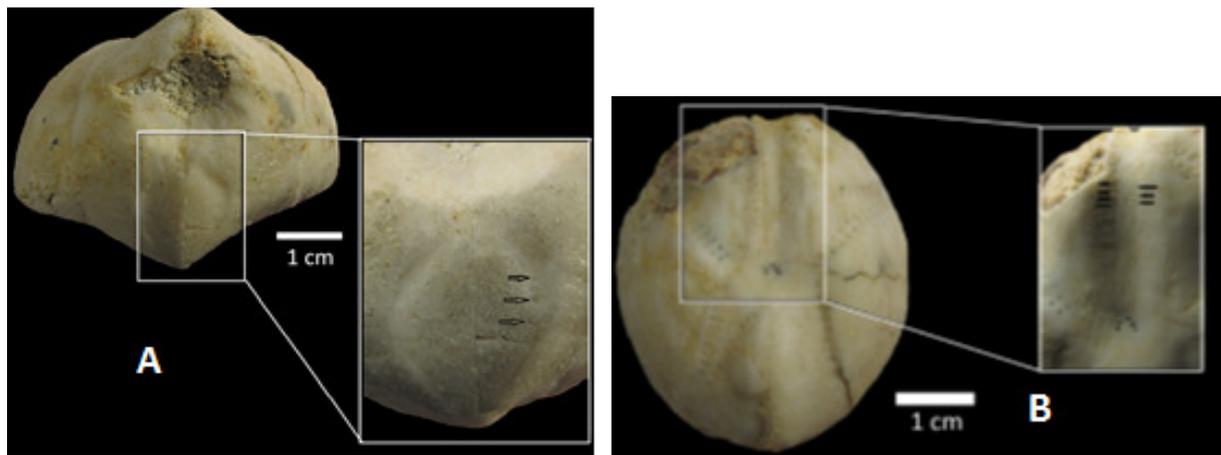


Figure 67: A- Pores inter-fasciole et B pores de l'ambulacre III.
Spécimen E-dm-1

Localité :

Terrains miocènes d'El Amria (Ain Témouchent).

II.10) Famille Spatangidae Gray, 1825

Sous-ordre Brissidina [Stockley et al., 2005](#)

Superfamille Spatangidea [Fischer, 1966](#)

Famille Spatangidae [Gray, 1825](#)

Genre *Sardospatangus* [Stara et al 2018](#).

a) *Sardospatangus* Stara et al, 2018

Le genre *sardospatangus* a été instauré par Stara et al afin de séparer certaines espèces attribuer au genre *Spatangus*, étymologiquement le nom de genre est issu de la combinaison de deux nom ; Sardo (sardaigne, la localité type du genre et Spatangus (Stara et al, 2016).

Espèce type :

Sardospatangus caschilii, Stara et al, 2018.

Description :

Test cordiforme avec un sillon antérieur, peu profond sur la face aboral, ambitus rond, avec une face orale relativement plate ; disque apical ethmolyse avec quatre pores génitaux ; la madréporite s'étend en arrière du disque apicale en s'élargissant, ambulacre antérieur étroit avec de simples petits isopores, ambulacraires paires, pétaloïdes superficiels fermés à leur bout distale avec quelques plaques avec des pores atrophiés ; les paires antérieures des pétales sont courbés, la partie supérieure de la colonne antérieure montre uniquement des paires de pores rudimentaires ; les autres pores paires sont rangs et conjugués.

Les pétales postérieurs s'étendent jusqu'à mi-distance du trait de la face apicale en rétrécissant à leur extrémité distale les ambulacres de la face orale II et IV ne se resserrent légèrement en correspondance des cinquième-sixième plaques, un faible nombre de plaques (16-25) est présent dans l'ensemble de l'ambulacre orale III.

Périprocte ouvert sur face postérieure courte et fortement tronquée, encadrée par les plaques 5.a.5, 5.b.5 (rarement 5.a.4, 5.b.5). Péristome plus large que long ; réniforme, non recouvert par le labrum ; plaques labrales, plus longue que large, s'étendant jusqu'aux deuxième plaques ambulacraires adjacentes et en court contact avec les plaques sternales ; les plaques sternales paires de forme approximativement triangulaire et fortement tuberculées. Les plaques épisternales paires et opposées, faiblement effilées vers l'arrière.

Tuberculation aborale hétérogène avec des gros tubercules dispersés dans tous les interambulacres ; ambulacres oraux I et V presque dépourvus de tubercules primaires, quelques-uns ne sont présents que près du labrum et vers le bord postérieur du test,

tubercules primaires non enfoncés ; fasciole sous-anale bien développée, bilobée et avec un angle bien marqué dans la bande adproctale supérieure, absence de tout autre fasciole.

Distribution :

Du miocène au Pliocène inférieur de l'Europe et l'Afrique du Nord.

a.1) *Sardospatangus tessellatus* (Pomel, 1887)

Pl. XXII, fig. a1- a4;(Spécimen S-tes-1).

Synonymie :

1885. *Spatangus tessellatus* Pomel, pl. A XV, fig. 4-5 ; pl XIX, fig. 3-4.

1887. *Spatangus tessellatus* Pomel, p.12

1891. *Sardospatangus tessellatus* Pomel, Cotteau, et *al.*, p.78.

2018. *Sardospatangus tessellatus* (Pomel), 1887, Stara et *al.*

Matériel :

5 spécimens, de la coupe de Oued Rhiou déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **S-tes-1, S-tes-5.** (Tab.39).

TL	W	H	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17
S.tes-1	70.4	27.2	3.9	8.3	8.2	25.4	9	24.3	9.2	42.2	7.4	26.5	16.5	7.9	29.8	3.3	24.4	19.8	26.5
%TL	91.9	35.5	5	10.3	10.7	33.1	11.7	31.7	12	55.0	9.6	34.5	21.6	10.3	38.9	4.3	31.8	25.8	39.1
S.tes-2	94.4	39.15	7.9	10.6	11.2	32.7	?	35.4	10.5	64.6	9.1	30	?	?	?	?	?	29	34.4
%TL	89.6	37.1	7.5	10	10.6	31	?	33.6	9.9	61.3	8.6	28.4	?	?	?	?	?	27.5	38.9
S.tes-3	81.5	32.8	?	?	?	33.2	11.1	30.1	11.2	54	9.7	33.2	?	?	?	?	?	?	?
%TL	90	36.2	?	?	?	36.6	12.2	33.2	12.3	59.6	10.7	36.6	?	?	?	?	?	?	?
S.tes-4	98.8	?	?	?	9.8	?	?	?	?	?	11.5	37	24.3	?	47.3	?	34.2	28.6	?
%TL	88.6	?	?	?	8.7	?	?	?	?	?	10.3	33.1	21.7	?	42.4	?	30.6	25.6	?
S.tes-5	63.2	23.2	?	?	?	20	6.4	19.2	7	38.9	5.8	26.3	?	?	?	?	?	?	20.5
Moyenne%TL	90.9	35.8	6.2	10.4	10	32.6	11.1	31.8	11.1	58.5	9.5	34.4	21.9	10.3	40.6	4.3	31.2	26.3	39.0

Tableau 39: Mesures biométriques de *Sardospatangus tesselatus*.

Description :

Test relativement de grande taille, déprimé, (certains spécimens), ovale cordiforme, sa largeur représente entre 88.6 et 91.9%TL (avec une moyenne de 90.9%TL ; n=5), sa marge

antérieure est plus au moins ronde, comme tronquée au niveau des sinus et profondément et étroitement échancré par le sillon antérieur, tronqué largement en arrière, un peu déprimé à l'origine des pétales sa largeur maximale coïncide avec la position du disque apical. De profile le test est un peu déprimé, sa face supérieure est un peu gibbeuse, surtout en arrière de l'apex (subbicaréné) avec une inclinaison un peu accentuée à la partie antérieure, alors qu'elle est faiblement inclinée postérieurement avec un méplat à la partie médiane de l'interambulacre 5. La face postérieure est tronquée obliquement. Marge peu épaisse.

La hauteur maximale est entre 35.5 et 37.1%TL (avec une moyenne de 35.8%TL ; n=5), se situe à la jonction du disque apicale avec l'interambulacre 5 un peu plus saillant et marqué par une dépression longitudinale sur la suture médiane. La face orale est relativement plate, péristome enfoncé et un plastron un peu gonflé.

Le disque apical est légèrement excentrique en avant dont sa distance depuis la marge antérieure représente 42.32 % TL, L8 est entre 55 et 61.3%TL TL ; (avec une moyenne de 58.5%TL ; n=4) il est ethmolyse avec 4 pores génitaux, les antérieur sont relativement plus petites et très rapprochés que les postérieur, la madréporite se prolonge un peu en arrière, (Fig.68).

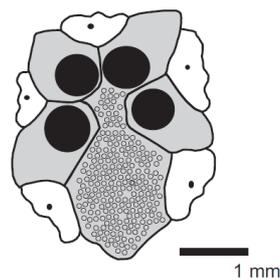


Figure 68: Système apical de *Sardospatangus tessellatus*.
Spécimen S-trs-1

L'ambulacre impair non pétaloïde presque à fleur du test à son origine, puis se creusant fortement de manière à former à la marge un sinus profond à bords abruptes et subparallèles dont la largeur L9 est entre 8.6 et 10.7%TL ; (avec une moyenne de 9.5%TL ; n=5), constitué d'isopores obliques très petits, situés dans une dépression au centre des plaques (16 isopores par colonne). Le sillon est bordé d'une carène très accusée s'effaçant en s'élevant vers l'apex qui est situé à une distance Pad de 42.32% TL du bord antérieur du test. Oralement l'ambulacre III forme un sillon entre la marge antérieur et le péristome formé d'un ensemble de 5 à 6 plaques.

Pétales étroitement lancéolés, subégaux un peu déprimés, assez longs, peu ou pas flexueux, bien ouverts au bout ; zones porifères presque égales ensemble à l'interporifère, l'antérieure de la première paire insensiblement flexueuse et presque droite vers le haut. Les antérieurs représentent 68.29% de la longueur du rayon correspondant du test (fig.69).

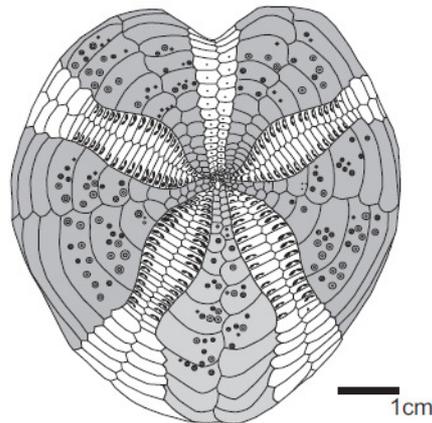


Figure 69: Face apical de *Sardospatangus tesselatus*.
Spécimen S-trs-1

Les ambulacres pairs sont pétaloïdes, antérieur ont une longueur L4 qui représentent entre 31 et 36.6%TL ; (avec une moyenne de 32.6%TL ; n=4), tandis que leur largeur L5 est en moyenne de 11.1%TL, ils forment un angle de 125° alors que les postérieurs ont un angle aigüe de 67°. Les pétales antérieurs sont flexueux antérieurement et distalement par contre les postérieurs sont légèrement flexueux latéralement au niveau de leurs bout distale ($\gamma = 8^\circ$), leur longueur L6 entre 31.7 et 33.6%TL ; (avec une moyenne de 31.8%TL ; n=4), tandis que leur largeur L7 est en moyenne de 11.1%TL. Les pétales sont larges amples, lancéolés subégaux légèrement déprimés à peine fermés à leurs extrémités. La zone porifère est constituée d'isopores allongés reliés par un léger sillon, la zone interporifère représente 2 fois la largeur de la zone porifère (jusqu'à 19 isopore). Sur la face inférieure les phyllodes sont bien développés sur la zone péristomiale constitués d'unipore en forme de pépin de raisin logé dans une dépression avec une zone périorale bien développée au nombre de cinq à six dans l'ambulacre III, 7 à 8 dans les ambulacres pairs antérieurs, et 5 pores au niveau des ambulacres pairs postérieurs.

Les ambulacres pairs postérieurs I et V forment une zone péri-plastronale modérément large dépourvue de tubercules primaires et formés de plaques proportionnellement allongés au nombre de 15 à 16 par colonne tandis que les ambulacres II et IV s'étendent sur la face orale jusqu'à la 5^{ème} plaque avec un nombre totale de 13 à 14 plaques par colonne.

Interambulacres : les interambulacres sont légèrement bombé entre les pétales sur la face apicale, qui portent quelques tubercules primaires perforés et crénelés avec une aréole inclinée disposés en chevron s'étalant jusqu'à l'ambitus, vers les marges tu test les tubercules primaires sont moins nombreux et petits, le reste de la surface est recouverte de petits tubercules secondaires uniformément distribués crénelés et perforés, avec des aréoles inclinées (fig.70).

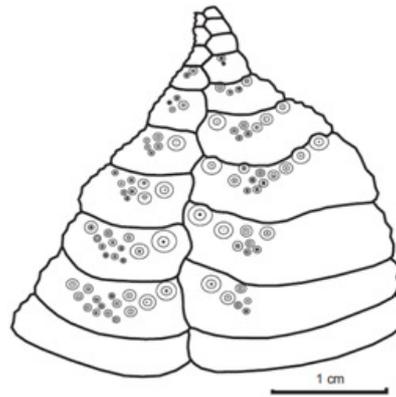


Figure 70: Tubercules primaires de l'interambulacre I. de *Sardospatangus tesselatus*
Spécimen S-trs-1

Sur la face adorale les interambulacres sont des amphiplaques ; les plaques basicoronales des interambulacres (1 et 4) s'étendent jusqu'à la quatrième plaque ambulacraire adjacente (des ambulacres II et IV) et la troisième plaque adjacente (ambulacre I et V). Plaque labrale longue (moyenne $L12 = 10.3\%TL$, $n=1$) Grandes plaques sternales s'étendent jusqu'à la quatrième plaque ambulacraire (moyenne $L16 = 26.3\%TL$, $n=3$).

Oralement les interambulacres sont recouverts d'une dense couverture de tubercules primaires crénelés et perforés, entre lesquels s'intercale quelques tubercules secondaires. Les tubercules augmentent de volume vers le péristome. Sur le sternum et sur le premier pair de plaques épisternales les tubercules sont arrangés en éventail irradiant de l'élévation postérieur sur le sternum vers l'élévation centrale sur les plaques épisternales.

Le plastron : plastron amphisterne relativement étroit, ($L16 = 26.3\% TL$, (Fig.71) avec un large sternum (la largeur du sternum représente 64.77% de sa longueur). Le plastron est recouvert de tubercules encore plus petits mais rapprochés dans toute son étendue.

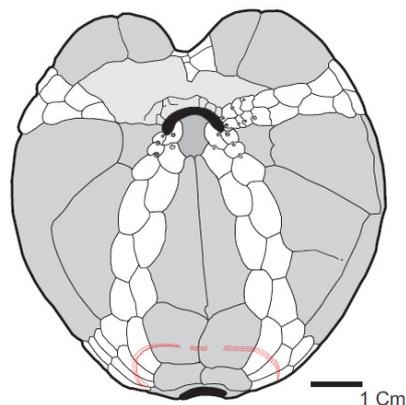


Figure 71: Architecture du plastron de *Sardospatangus tesselatus*.
Spécimen S-trs-1

Le péristome est situé à environ L11 en moyenne 21.9%TL de la marge antérieure du test, réniforme d'une largeur égalant 15.87% TL, avec un labrum relativement peu projeté, et allongé (son largeur représente 24.96% de sa longueur).

Périprocte inframarginal situé à L3 en moyenne de 10%TL, surplombé par un petit rostre, il est de forme ovale (allongé transversalement) logé dans une dépression peu tuberculée.

Fasciole sous-anal très finement granulé et entourant un large talon dont l'écusson sub-réniforme est très étalé transversalement il forme une boucle bilobée, qui traverse d'une façon rectiligne les plaques interambulacraires 5.a3 et 5.b3 ensuite les ambulacres → 1.a6. 8, croisant l'interambulacre 5. b5 → 4, avec une petite incurve en continuant à remonter d'une façon symétrique dans l'autre moitié du test sur 5. a 4 → 5, V. b8 → 6, en fermant la boucle (fig. 72).

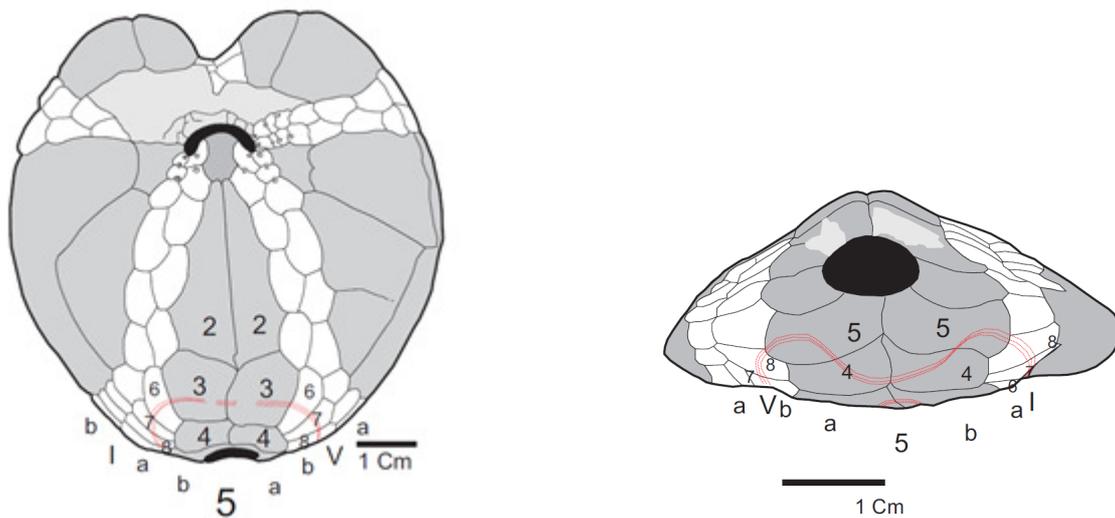


Figure 72: Trajet du fasciole sous-anal de *Sardospatangus tessellatus*.
Spécimen S-trs-1

Tubercules primaires nombreux assez gros, inégaux sur chaque assule de tous les interambulacres sur lesquels ils forment des groupes sub-triangulaires ou sublinéaires en séries confusément chevronnés ; dans les interambulacres postérieurs les plus gros sont près de la suture médiane et près de l'angle supérieure ; dans les antérieurs où ils sont plus serrés, ils flanquent l'ambulacre pair. Du côté de l'impair ils sont plus petits, et il y en a d'autres plus petits encore sur les côtés .de l'ambulacre impair vers ses parties abruptes. Ceux du dessous, sur les interambulacres pairs, sont petits, presque épars.

Rapport de différence :

Cette espèce a quelques affinités avec *Spatangus chitonosus* Sismonda, 1841 et parait en différer par l'arrangement des tubercules primaires et surtout par son sillon antérieur plus ouvert, par sa face postérieure verticale beaucoup plus étendue et par le grand élargissement de l'écusson sous anal. *Spatangus euglyphus* Laube, 1868 a également ses sutures très accusées, mais il est plus orbiculaire, moins échancré et ses pétales plus obtus à l'extrémité.

Localités :

Terrains helvétiques calcaires à mélobésie de Oued Rhiou (Chlef); Arbal (Ain Témouchent.

a.2) *Sardospatangus sahariensis* (Pomel, 1887)

PL. XXIII, fig. a1, a2, a3 ; b1, b2, b3

Synonymie

1887 *Spatangus sahariensis* Pomel, pl. A XV, fig. 1-3.

1887 *Spatangus sahariensis* Pomel, p. 13.

1891 *Sardospatangus sahariensis* Pomel, Cotteau *et al.*, p.78.

2018 *Sardospatangus sahariensis* (Pomel), 1887, Stara *et al.*, 19 p.

Matériel

5 spécimens, de la coupe de Sidi Bakhti déposé au niveau de l'université Hassiba Ben Bouali de Chlef (UHBC) sous les codes : **S-sah-1, S-sah-4.** (Tab.40).

TL	W	H	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17
S. sah-1	74.3	16.6	?	?	8.5	25.9	7.5	22.5	7	46.3	8	24	?	10	28.7	2.2	31.2	19	29.8
%TL	93.5	20.9	?	?	10.7	33.8	9.1	31.4	9.6	58.3	10	30.2	?	12.5	36.1	2.7	39.2	23.9	37.5
S. sah-2	70.3	22.3	?	?	?	21.1	6.3	22.6	6.7	42.7	10.5	23.1	?	?	?	?	24	?	31.8
%TL	89.9	28.5	?	?	?	30.1	8.9	28.9	8.5	54.6	13.4	29.5	?	?	?	?	30.6	?	40.6
S. sah-3	90.2	29	?	?	9.5	38	8.7	37.2	8.1	62.5	13	?	31.5	10.8	35.7	3	37	24.7	45.5
%TL	81.55	26.2	?	?	8.5	34.3	7.8	33.6	7.3	56.5	11.7	?	28.4	9.7	32.2	2.7	33.4	22.3	41.1
S. sah-4	87.5	22.7	?	?	7.5	38.2	8.3	30.95	7.7	58.6	12.9	23	26.5	9.6	38.6	2	30.3	20.5	35.5
%TL	85.7	22.2	?	?	7.3	30.5	8.1	30.3	7.5	57.4	12.6	22.5	25.9	9.4	37.8	1.96	29.7	20	34.8
Moyenne	87.6	24.4	?	?	8.8	32.2	8.4	31	8.2	56.7	11.9	27.4	27.2	10.5	35.4	2.4	33.2	22.1	38.5

Tableau 40: Mesures biométriques de *Spatangus sahelensis*.

Description :

Test de taille moyenne, ovale cordiforme, un peu allongé antéropostérieurement, sa largeur représente entre 81.55 et 93.5%TL (avec une moyenne de 87.6%TL ; n=4) de sa longueur, sa marge antérieure est plus au moins ronde, et profondément et étroitement échancré par le sillon antérieur, L9 se situe entre 10 et 13.4%TL ; (avec une moyenne de 11.9%TL ; n=4) tronqué en arrière, sa largeur maximale coïncide avec la position du disque apical. De profile le test est un peu déprimé, sa face supérieure est un peu gibbeuse, avec une inclinaison un peu accentuée à la partie antérieure, alors qu'elle est faiblement inclinée postérieurement. La face postérieure est tronquée obliquement.

La hauteur maximale est de 20.9 et 28.5%TL ; (avec une moyenne de 24.4%TL ; n=4) se situe à la jonction du disque apicale avec l'interambulacre 5 un peu plus saillant et marqué par une dépression longitudinale sur la suture médiane. La face orale est relativement plate, péristome enfoncé et un plastron un peu gonflé.

Le disque apical est légèrement excentrique en avant dont sa distance depuis la marge antérieure représente 42,35%TL, L8 est entre 54.6 et 58.3%TL TL ; (avec une moyenne de 56.7%TL ; n=4), il est ethmolyse avec 4 pores génitaux, les antérieur sont relativement plus petites que les antérieur, la madréporite se prolonge un peu en arrière, (Fig.73).

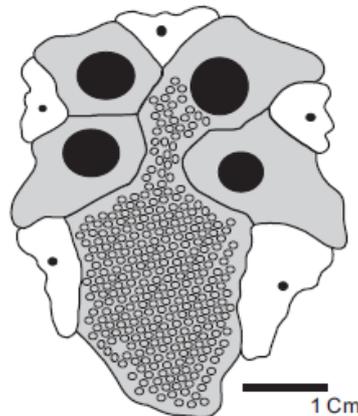


Figure 73: Système apical de *Sardospatangus sahelensis*
Spécimen S-sah-1

L'ambulacre impair non pétaloïde presque à fleur du test à son origine, puis se creusant fortement de manière à former à la marge un sinus profond à bords abruptes et subparallèles dont la largeur L10 entre 22.5 et 30.2%TL, TL ; (avec une moyenne de 27.4%TL ; n=3) constitué d'isopores obliques très petits, situés dans une dépression au centre des plaques (16 isopores par colonne). Le sillon est bordé d'une carène très accusée en dehors de laquelle, une autre plus obtuse, tous les deux s'effaçant en s'élevant vers l'apex.

Oralement l'ambulacre III forme un sillon entre la marge antérieure et le péristome formé d'un ensemble de 5 à 6 plaques qui est situé à une distance L11 qui est entre 25.9 et 28.4%TL TL ; (avec une moyenne de 27.2%TL ; n=2) de du bord antérieur du test.

Pétales étroitement lancéolés, un peu déprimés, assez longs, L4 représentent entre 30.1 et 34.3%TL ; (avec une moyenne de 32.2%TL ; n=4), peu ou pas flexueux, bien ouverts au bout ; zones porifères presque égales ensemble à l'interporifère, l'antérieure de la première paire insensiblement atrophiée et presque droite vers le haut.

Les ambulacres pairs sont pétaloïdes, lancéolés subégaux légèrement déprimés à peine fermés à leurs extrémités, la largeur L5 des antérieurs est de 7.8 à 9.1%TL, TL ; (avec une moyenne de 8.4%TL ; n=4) ils forment un angle de 120° alors que les postérieurs ont une longueur L6 entre 28.9 et 33.6%TL TL ; (avec une moyenne de 31%TL ; n=4) et d'une largeur L7 entre 7.3 et 8.1%TL TL ; (avec une moyenne de 8.2%TL ; n=4) et forment un angle aigu de 60°. Les pétales antérieurs sont flexueux antérieurement et distalement en revanche les postérieurs sont légèrement flexueux latéralement au niveau de leurs bout distale ($\gamma = 5^\circ$). La zone porifère est constituée d'isopores allongés reliés par un léger sillon, la zone interporifères représente 2 fois la largeur de la zone porifère (jusqu'à 25 isopores). Sur la face inférieure les phyllodes sont bien développés sur la zone péristomiale constitués d'unipore en forme de pépin de raisin logé dans une dépression avec une zone périporale bien développée au nombre de cinq à six dans l'ambulacre III, 6 à 7 dans les ambulacres pairs antérieurs, et 4 pores au niveau des ambulacres pairs postérieurs.

Les ambulacres pairs postérieurs I et V forment une zone péri-plastronale modérément large dépourvue de tubercules primaires, et formés de plaques proportionnellement allongés au nombre de 15 à 16 par colonne tandis que les ambulacres II et IV s'étendent sur la face orale jusqu'à la 5^{ème} plaque avec un nombre totale de 12 à 14 plaque par colonne.

Interambulacres : les interambulacres sont légèrement bombé entre les pétales sur la face apicale, qui portent quelques tubercules primaires perforés et crénelés avec une aréole inclinée disposés en chevron s'étalant jusqu'à l'ambitus, vers les marges tu test les tubercules primaires sont moins nombreux et petits, le reste de la surface est recouverte de petits tubercules secondaires uniformément distribués crénelés et perforés, avec des aréoles inclinées (fig. 74).



Figure 74: Tubercules primaires de l'interambulacre I de *Sardospatangus sahelensis*. Spécimen S-sah-1

Sur la face adorale les interambulacres sont des amphiplaques ; les plaques basicoronaux des interambulacres (1 et 4) s'étendent jusqu'à la quatrième plaque ambulacraire adjacente (des ambulacres II et IV) et la troisième plaque adjacente (ambulacre I et V). Plaque labrale longue (moyenne $L12 = 10.5\%TL$, $n=2$) Grandes plaques sternales s'étendent jusqu'à la quatrième plaque ambulacraire (moyenne $L16 = 22.1\%TL$, $n=3$).

Oralement les interambulacres sont recouverts d'une dense couverture de tubercules primaires crénelés et perforés, entre lesquels s'intercale quelques tubercules secondaires. Les tubercules augmentent de volume vers le péristome. Sur le sternum et sur le premier pair de plaques épisternales les tubercules sont arrangés en éventail irradiant de l'élévation postérieure sur le sternum vers l'élévation centrale sur les plaques épisternales.

Le plastron : plastron amphisterne relativement étroit, ($L16 = 22.1\%TL$, (Fig.75) avec un large sternum (la largeur du sternum représente 69,84% de sa longueur) Le plastron est ses tubercules encore plus petits mais rapprochés dans toute son étendue.

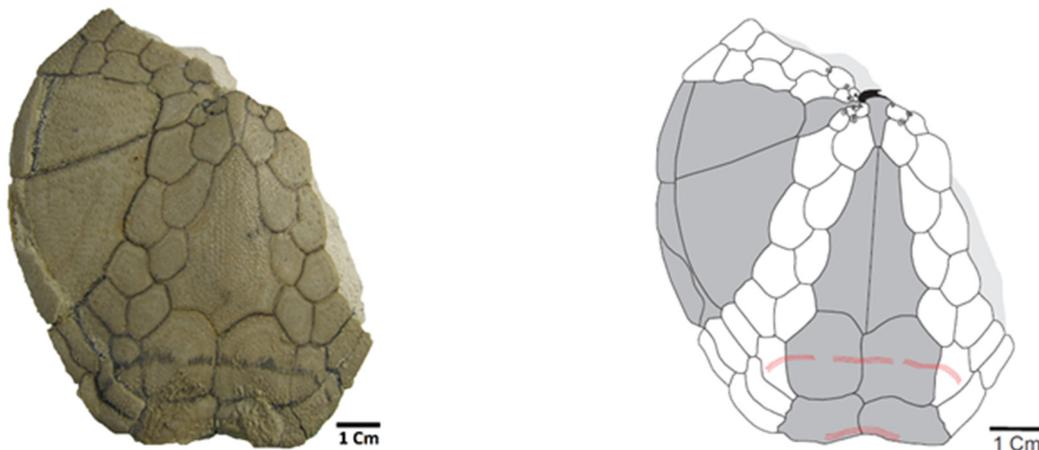


Figure 75: Architecture du plastron de *Sardospatangus sahelensis*.
Spécimen S-sah-3

Le péristome est situé à environ $L11 = 27.2\%TL$ de la marge antérieure du test, réniforme d'une largeur égalant $8.5\%L$, avec un labrum projeté, et allongé (sa largeur représente 22.85% de sa longueur).

Périprocte inframarginal situé à une distance de la marge postérieure $L3$ égalant en moyenne $8.8\%TL$, $n=4$, surplombé par un petit rostre, il est de forme ovale (allongé transversalement) logé dans une dépression peu tuberculée.

Fasciole sous-anal très finement granulé et entourant un large talon, il forme une boucle bilobée, qui traverse d'une façon rectiligne les plaques interambulacraires 5.a3 et 5.b3 ensuite les ambulacres 1.a6. → 8, croisant vers l'interambulacre 5. b5 → 4, avec une petite incurve en continuant à remonter d'une façon symétrique dans l'autre moitié du test sur 5. a4

5, V. b8 → 6, en fermant la boucle (fig. 76). Tubercules primaires nombreux assez gros, inégaux sur chaque assule de tous les interambulacres sur lesquels ils forment des groupes sub-triangulaires ou sublinéaires en séries chevrons ; dans les interambulacres postérieurs les plus gros tubercules sont près de la suture médiane et près de l'angle supérieure ; dans les antérieurs où ils sont plus serrés, ils flanquent l'ambulacre pair. Au niveau de l'ambulacre impair ils sont plus petits, avec des tubercules miliaires sur les côtés de l'ambulacre impair vers ses parties abruptes. Ceux de la face orale, sur les interambulacres pairs, sont petits, et dispersés.

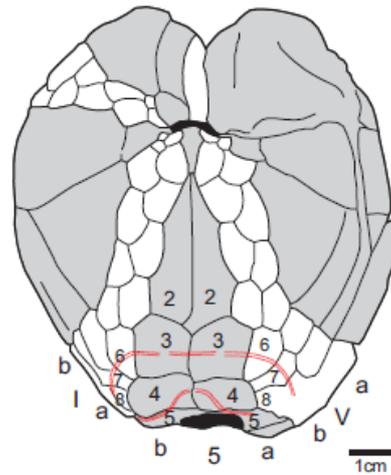


Figure 76: Trajet du fasciole sous-anal de *S. sahelensis*.
Spécimen S-sah-1

Les aires ambulacraires postérieures sont larges, granulées et portent quelques tubercules épars. Cette espèce est caractérisée par une forte entaille du bord antérieur, ses pétales étroits, ces nombreux tubercules.

Localité :

Terrains miocènes (couches à spicules et diatomées) de la région de Sidi Bakhti (Oran).

III) conclusion

Sur le plan de la classification systématique, les échinides néogènes de la région d'étude, cette faune est représentée par 6 ordres, 10 familles, 16 genres et 39 espèces, et en majorité composée d'échinides irréguliers, la rareté des échinides réguliers s'explique par le mode de vie de ces derniers dans des milieux agité à faible profondeur et en épibionte ce qui rend leur potentiel de préservation très réduit, par contre le large éventail écologique des échinides irrégulier et leur multiple stratégies écologiques de coloniser des niches écologiques différentes, surtout le mode de vie en endobionte leur a permis un grand potentiel de préservation ainsi qu'une grande diversification sur tous les niveaux de la hiérarchie systématique.

Grace aux nouvelles méthodes d'études, comme l'architecture des plaques de la face orale, les mesures biométriques des spécimens ainsi que l'utilisation des caractères morpho-fonctionnels par lesquels la révision de ce groupe d'organismes a été optimale permettant le transfert de certains espèces comme *Spatangus sahelensis* et *tesselatus* au genre *Sardospatangus*, et la restitution de *Schizobrissus mauritanicus* comme espèce type du genre, de corriger certains caractères comme le nombre de pores génitaux du disque apical chez *Opisaster insignis* de quatre au lieu de deux comme évoqué par son auteur, il est de même pour l'*Amphiope depressa* dont le disque apical compte quatre pores génitaux au lieu de cinq.

D'autres espèces sont signalées pour la première fois à l'instar de *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae* et *Echinocardium depressum*.

Sur le plan paléobiogéographie cette faune est par excellence à affinité méditerranéenne conditionnée par la fluctuation du niveau marin et les phénomènes tectoniques au cours du néogène.

QUATRIÈME CHAPITRE

Paléoécologie

I) Introduction

Actuellement les échinides constituent des éléments clés dans de nombreux écosystèmes marins benthiques (e.g. [Kier et Grant, 1965](#) ; [Nebelsick, 1996](#) ; [Barnes et Brockington, 2003](#) ; [David et al., 2005](#) ; [Smith et Kroh, 2010](#)). Il y a environ 850 espèces vivantes d'échinides et dix fois plus d'espèces fossiles, réparties approximativement en 70 familles, et cette diversité est apparue depuis le Permien supérieur il y a environ 260ma ([Kier, 1984a](#) ; [Smith & Hollingworth, 1990](#) ; [Smith et al., 2006](#) ; [Smith et Kroh, 2010](#)). Ils exploitent un grand éventail d'habitats marins du pôle à l'équateur et de la zone intertidale à la mer profonde, bien qu'ils atteignent un maximum de diversité et d'abondance dans les zones de plateformes peu profondes ([Smith et al., 2001](#) ; [Linse et al., 2008](#) ; [Smith et Kroh, 2010](#)).

Les échinides sont un constituant important de la faune péri-littorale, ils contribuent d'une façon significative, à la chaîne alimentaire et la modification du substrat. Dans certaines régions ils sont parmi les plus abondants animaux. Les échinides réguliers sont parmi les communautés brouteuses d'algues dans les eaux peu profondes, ils sont importants écologiquement et incluent un nombre de taxon clé de voûte qui peut affecter la vie de larges communautés (e.g. [Scheibling, 1984](#) ; [Edmunds et Carpenter, 2001](#)). Ils peuvent être d'importants bioérodeurs dans les environnements marins peu profonds ([Bak, 1990](#)). Les échinides irréguliers sont importants comme bioturbateurs, leur activité de dépositivores modifiant la structure du sédiment ([Hammond 1981](#)).

Les échinides ont un squelette multi-plaques ou un test composé de calcite magnésienne. Chacun des plaques du squelette apparaît de manière indépendante, elles s'imbriquent au cours du développement d'une grande ou moindre ampleur pour créer un test relativement robuste et rigide dans presque tous les échinides post-paléozoïques. Comme conséquence les échinides ont laissé un riche registre fossile. Leurs restes sont très abondants dans les couches géologiques récentes, et pour cela ils sont devenus de très importants indicateurs écologiques ([Kier et Grant, 1965](#)).

La complexité du squelette des échinides composé d'un grand nombre d'éléments individuels avec une microstructure à architecture complexe, a un autre avantage. Elle fournit un grand nombre de caractères porteurs d'informations phylogéniques, ceci est important parce que les groupes avec une bonne structure phylogénique sont considérés comme clés pour résoudre beaucoup de problèmes de systématique et de paléoécologie ([Sumrall & Brochu, 2008](#)).

II) Aspects écologiques des échinides

Les échinides sont des organismes marins sténohalins, mais certaines espèces peuvent tolérer une diminution de salinité d'environ 20% ([Brattström, 1941](#)). Ils peuvent être considérés comme des indicateurs fiables de conditions marines.

De point de vue bathymétrique, les échinides vivant se répartissent de la zone littorale à la zone hadale, le nombre d'espèces diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur, avec quelques espèces qui apparaissent au-dessous 6000m.

Tous les échinides connus sont benthiques, beaucoup de type régulier vivent libre sur le fond marin, ou à l'intérieur des cavités ou des crevasses se mouvant à l'aide de leurs radioles et de leurs podia, les échinides irréguliers creusent à l'aide des épines rotatoires ou fouissant dans les sédiments où ils demeurent complètement ou partiellement enfouis. L'utilisation de l'enfouissement par les échinides, est une sorte de protection contre l'action des vagues, et contre les effets de la prédation.

Les radioles participent à la construction des tubes sanitaires et respiratoire par leur action rotatoire, et le mucus sécrété par les podia, [Smith \(1980a\)](#).

Les tubercules sur lesquels sont attachés les différents genres d'épines, sont différents morphologiquement, [Smith \(1980a\)](#) et il paraît très possible que la fonction des épines et les habitudes de beaucoup d'échinides fossiles peuvent être déduites en leurs comparant à ceux des espèces vivantes.

La fonction des podia a été aussi étudié par [Nicols \(1959\)](#) et [Smith \(1980b\)](#) qui ont montré leurs rôles dans la locomotion, la respiration et la collecte de particules alimentaires.

Les podia pénicillées des phyllodes autour de la bouche servent de collecteur d'aliment, au moment où les podia pénicillées dans le fasciole sub-anal aide dans la construction et le maintien des tubes sanitaires, qui véhiculent les produits usés à l'extérieur.

[Nicols \(1959\)](#) a aussi montré que *Echinocardium cordatum* qui fouisse plus profond que les autres échinides étudiés à un grand nombre de podia pénicillés dans l'entonnoir respiratoire et les podia constructeurs de tube sanitaire que les autres espèces. Le nombre de podia constructeur de tubes diffère en fonction de la nature du substrat dans lequel habite l'échinide. Chez *Echinocardium cordatum*, après avoir foui à une profondeur supérieure à la longueur des radioles, la partie supérieure de l'entonnoir respiratoire est maintenue par les podias seulement.

Le caractère des pores des podia varie aussi en fonction de la fonction des podia, l'étude comparative des pores des formes fossiles peut permettre des conclusions similaires, concernant le type de fonction et le nombre de podia, [Smith \(1980b\)](#).

Comme les autres échinodermes les échinides tendent à être grégaires ou au moins apparaître en grand nombre quand les conditions sont favorables ([Swan, 1958](#)).

La plupart des échinides réguliers se nourrissent presque de n'importe quel matériel organique si on leur donne l'occasion ou le besoin. Cependant quelques uns (*Echinus esculentus*) tend à être carnivore, et d'autres (*Strongylocentrotus*) herbivores ([Moore, 1937](#)).

Les clypéasteroïdes avec des sillons nourriciers bien développés et des petites bouches paraissent vivre largement des particules organiques et organismes piégés par le mucus secrété et véhiculé par les courants ciliés, ou les podia accessoires ou les deux le long des sillons nourriciers à la bouche (Durham, 1966).

Les espèces de spatangues se nourrissent soit par ingestion de grandes quantités de substrat et digestion des particules organiques de ce dernier, soit quand les podia oraux collecteurs d'aliment sont bien développés. Le matériel organique pourrait être plus ou moins trié des composants non organiques avant l'ingestion Fischer (1966).

III) Ecologie des échinides en fonction de leur morphologie.

Les échinides sont des invertébrés très adaptés à leur environnement leur plasticité d'adaptation se reflète sur la morphologie générale de leur test. La variété de formes de test : globulaire hémisphérique, déprimé ou en forme de coin, chaque type est adapté à un mode de vie. Cette variété de forme est en étroite relation avec différentes formes et de fonction des radioles (Nicols, 1959a ; Smith, 1980b ; Smith et crimes, 1983). C'est le cas en particulier dans l'ordre des Spatangoida où les radioles peuvent être séparés en sept groupes fonctionnels ; plastronal, latéro-ventral, antérieur, dorsal, touffe sub-anale, touffe apicale et les clavules des fascioles.

III.1) Forme du test

Selon les études de (Kanazawa, 1992), chaque variété de forme du test, correspond à un mode d'enfouissement de ce fait les formes à test plat vivent près de la surface des sédiments, le type globulaire est adapté à supporter la charge des sédiments et il est adapté à l'enfouissement profond, le plastron renflé comme la quille d'un bateau avec des radioles de la région ventrale aplatis sert à la locomotion et le transport des sédiments, les formes en coin sont adaptées aux sédiments vaseux et cohérents.

Le fait que l'arrangement des radioles est similaire chez tous les spatangues (Kanazawa, 1992) explique qu'il est le résultat de contraintes phylogénétiques, et ontogéniques, et peu lié à la forme du test.

III.2) Tubercules et radioles des échinides réguliers.

Les tubercules des échinides réguliers montrent peu de variété en comparaison avec les échinides irréguliers. Les radioles calcaires sont utilisés pour la locomotion, la défense, et

La protection contre l'abrasion des sédiments (Smith, 1980b), excavation des sédiments, enfouissement et la construction des tunnels, ces radioles sont articulés sur des tubercules qui reflètent dans leur structure la forme et la fonction des radioles (Smith, 1980b).

III.3) Tubercules et radioles des spatangues.

Selon les études de Nicols, (1959) sur *Echinocardium* Gray, 1825 et *Spatangus* Gray, 1825, la fonction et la disposition des différents genres de radioles ont montré que :

- Les épines plats sur le plastron servent pour la locomotion ;
- Les épines internes de longueur moyenne adjacentes et à l'extérieur des ambulacres postérieurs fonctionnent pour dégager le sable ;
- Les épines courtes autour de la bouche aide dans l'alimentation ;
- Les épines courtes latérales des côtés du test servent au maintien du terrier et à faire passer le sable en arrière ;
- Les épines courtes sur la marge antérieure du test grattent du matériel du front du mur du terrier ;
- Les épines adjacentes aux faces des pétales forment des arcs protecteurs sur les pétales
- les longues épines dorsales aide à la construction de l'entonnoir respiratoire ;
- la touffe des longues épines à l'intérieur du fasciole sub-anal construisent les tubes sanitaires.

L'ambulacre impair antérieur joue un rôle important dans l'enfouissement et l'alimentation, secondairement il joue un rôle de passage partiel des particules sédimentaires.

Les fascioles sont des bandes très fines, couvertes de tubercules miliaires qui portent des petites radioles appelés clavules tapissées d'un épithélium cilié (Parker et Van Alstyne, 1932 ; Goodboy, 1960 ; Chia, 1969), dont le rôle est d'activer la circulation des eaux à l'intérieur du terrier. Ils produisent aussi des quantités de mucus pour consolider les particules sédimentaires à l'intérieur du terrier et éviter leur introduction entre les radioles, et éviter l'effondrement du terrier (Pequignat, 1970). Les échinides qui fouissent dans les sédiments grossiers poreux n'ont pas besoin de construire un tube apical à la surface des sédiments. La présence de fascioles est étroitement liée aux habitudes d'enfouissement des échinides. Selon les travaux de Nicols (1959) *Echinocyamus pissulus* non fouisseur ne possède pas de fasciole.

Les spatangues dotés de canaux respiratoires et sanitaires correspondent apparemment au genre fouisseurs. *Echinocardium cordatum*, qui fouit à une profondeur de 18 cm, habituellement dans un substrat sableux, possède des tubes respiratoires et sanitaires, comme montré par les travaux de Nicols (1959). L'*Echinocardium* avec son fasciole interne ne peut pas vivre dans des substrats vaseux.

Pour des fins paléontologiques, l'arrangement des fascioles ne peut pas, donner une idée sur la profondeur d'enfouissement ou le type de substrat chez les spatangues fossiles. Ils sont en revanche très utile pour différencier les familles et les genres.

Pour se protéger de l'abrasion des sédiments, les échinides à mode de vie endobenthique ont développé une couverture protectrice par la réduction de la taille des

épines et les tubercules associés et l'augmentation de leur densité sur la région dorsale ou ventrale.

Les clypeastéridés ont développés les épines à extrémité spatulée, les spatangues ont développés des épines fortement incurvées à un angle bien précis par rapport au test ce qui augmente la surface qu'elles couvrent ceci est encore renforcé par des épines spatulées qui leur permettent de vivre dans des substrats vaseux.

D'une manière générale un nombre réduit des tubercules aborales des spatangues se voit rencontre chez les espèces vivant dans des substrats grossiers. La différence dans la taille, l'incurvation et le développement des bouts spatulés des radioles latéro-dorsales son peut être plus important que la densité des tubercules dans la détermination de la nature du substrat.

IV) Signification paléoécologiques des caractères des pores ambulacraires

L'observation des pores coronaux des échinides récoltés à travers la région d'études a permis d'identifier :

Chez les spatangues des pétales respiratoires sont constitués par des isopores. Les deux pores sont également allongés à axe commun et chacun peut finir en faible pente vers la cloison interporale. Le canal neural (fig. 80) est petit ou absent, la cloison interporale est habituellement passablement étroite, les podia associées sont spécialisées dans les échanges gazeux (Smith, 1980b). Ce type de pores est présent chez *Spatangus tessellatus*, *S. sahelensis*, *Brissopsis crescenticus*, *speciosium*, *Brissus unicolor* Chez *Echinocardium* les isopores sont conjugués par un sillon étroit (fig. 77).

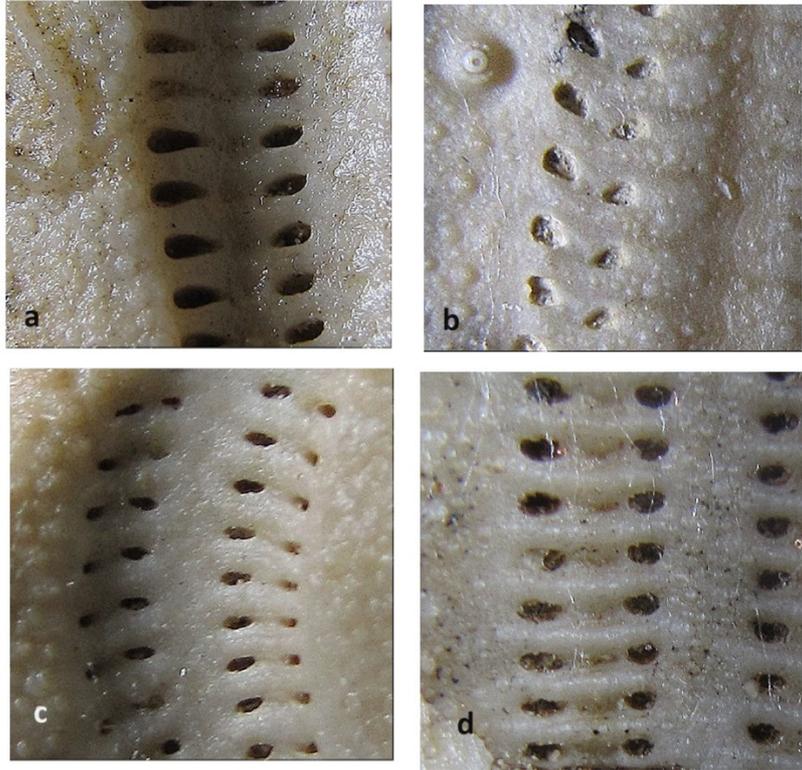


Figure 77 : isopores des ambulacres chez les spatangoides étudiés : a ; *Schizaster sahelensis*, x6 b ; *Sardospatangus sahelensis*, x5 c ; *Brissopsis crescenticus*, x6 d ; *plagiobrissus costae* x6.

Chez *Brissopsis*, au niveau de l'ambulacre III unipore avec une région périporale étendue (fig. 78), ce type d'unipores se trouve associés avec des podia pénicillées ainsi que les podia dorsaux constructeurs de tunnel chez les *Brissopsis* étudiés.

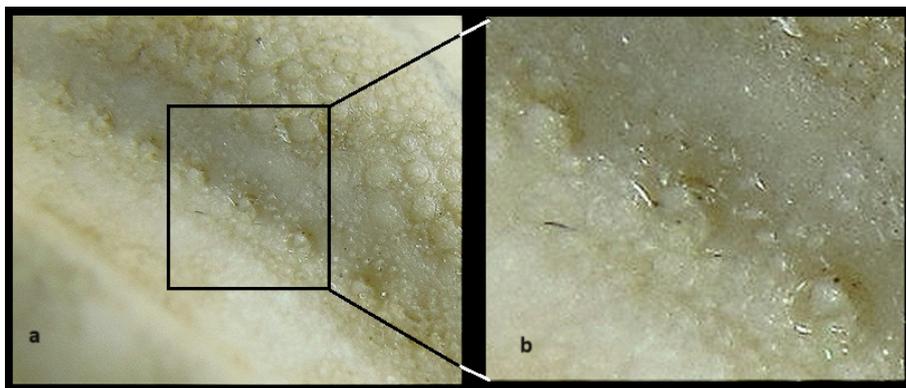


Figure 78: Unipores de l'ambulacre III de *Brissopsis crescenticus*. X8
-a unipores de l'ambulacre III ; b unipores de l'ambulacre III agrandis x2.5.

Chez *Brissus* l'ambulacre III est jalonné par des unipores bordés par une zone, périporale passablement étroite (fig. 79) et le canal neural qui relie à la terminaison adorale du pore est souvent allongé dans une direction grossièrement perpendiculaire à celle du pore. Ils sont associés à des petits podia cylindriques qui se terminent en bourrelet sensoriel. Et donc *Brissus* ne construit pas de tube respiratoire, car il vit en endofaune superficielle bénéficiant de la circulation du liquide interstitielle pour oxygénation.

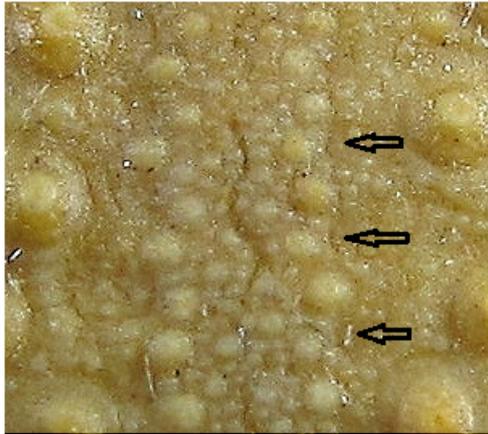


Figure 79: unipores de l'ambulacre III de *Brissus unicolor*. X2.5

Chez *Schizaster*, au niveau de l'ambulacre III, les isopores sont non conjugués (fig.80) cette catégorie couvre tous les pores pairs qui sont deux pores approximativement de même taille et forme, et peuvent être classés en plusieurs catégories, selon la forme, la taille, la position du canal neural et la morphologie de la cloison interporale. Ces isopores sont associés à des podia constructeurs de tube respiratoire. Ce type d'isopore est présent chez les *Schizaster* de la région d'étude.



Figure 80: isopore non conjugué de l'ambulacre III de *Schizaster saheliensis*. X20

PP : Pore perradial, PA : Pore adradial, CN : Encoche du canal neural.

IV.1) Unipores évasés (en entonnoir) :

Dans ces unipores il y a une étroite zone d'attachement qui forme un bord en forme de fer à cheval. La zone à l'intérieur de ce sillon (bord) se rapproche vers l'intérieur assez abrupt a un seul pore. Il y a un canal neural sur la face adorale du pore, le contour de l'unipore peut être circulaire ou ovale. Ce type de pores constitue les phyllodes des *Echinolampas*.

Les podia des cassiduloïdes sont étroitement adaptés pour la collecte de nourriture (Telford et al., 1985 ; Mooi, 1986b). Avec des capacités sensorielles bien développées, des cellules sécrétrices de substances adhésives, et une musculature pour une manipulation efficace des particules alimentaires vers la bouche (Telford et Mooi, 1996).

IV.2) Unipores restreint (réduits) :

Ce sont évidemment des isopores incomplets, podia pénicillées des phyllodes sont associés avec des unipores restreints, ils sont localisés dans la région sous-anal des *Schizaster*, ils livrent passage à des podia pénicillié qui contribuent probablement à construction des canaux sanitaires et la stabilisation des déchets solides par du mucus (fig.81).

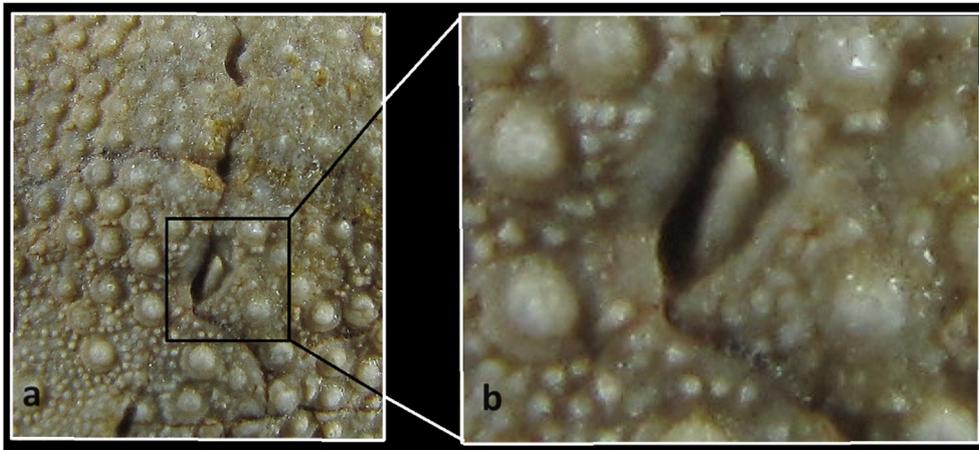


Figure 81: Unipore restreint de la zone latéro-sous-anal de *Schizaster speciosus*. X6 a ; zone latéro-sous-anal, b ; unipore restreint agrandi x3.

IV.3) Unipores avec une région périporale développée

Ils sont très grands et très distincts avec un diamètre compris entre 500um et 2 mm Il y a relativement de petits pores avec un canal neural apparent situé sur la marge adorale ou perradial de l'unipore. Le reste de l'unipore est formé de zone périporale très étendue (fig.82) qui forme généralement une plate-forme, mais qui peut se développer à l'intérieur d'un dôme bulbeux central, entourant la zone périporale. Il y a une étroite zone d'attachement, chacune formant un bord marginal ou formant l'inclinaison externe de la plate-forme périporale.

Ce type d'unipores se trouve associés avec des podia pénicillés, des phyllodes chez presque toutes les espèces des spatanges examinés, ces podia assurent un rôle sensoriel en plus de la collecte des particules organiques des sédiments, chez les espèces dépositivores.



Figure 82: phyllodes chez *Schizaster sahelensis*. X4

Chez les genres *Echinolampas* et *Clypeaster* les ambulacres sont formés d'une série d'anisopores conjugués par un long sillon, Le pore perradial est typiquement petit et de contour circulaire avec pas plus d'une fine trace du canal neural. Le pore adradial est de forme ovale est très allongé et il est séparé du pore perradial souvent par une cloison interporale très large. Les deux pores sont reliés par un sillon qui incise la cloison interporal, la zone d'attachement est indistincte voire absente (fig. 83).

Ces isopores livrent passage à des podia respiratoires. Ce type d'anisopores s'observe chez certain *Echinolampas*, *Clypeaster*, *Amphiope*. Cependant la largeur de la cloison interporale diffère d'un genre à l'autre où elle est très étendue chez les *Clypeaster* et les *Amphiope* et réduites chez les *Echinolampas*.



Figure 83: Anisopores chez *Echinolampas hemisphaerica*. X16

Chez *Hypsoclypus*, *Echinolampas curta*, il s'agit plutôt d'anisopores non conjugués, c'est-à-dire non reliés par un sillon, à la place, ils sont séparés par une cloison en forme de petit granule (fig. 84). Ces anisopores livrent passages à des podia respiratoires.

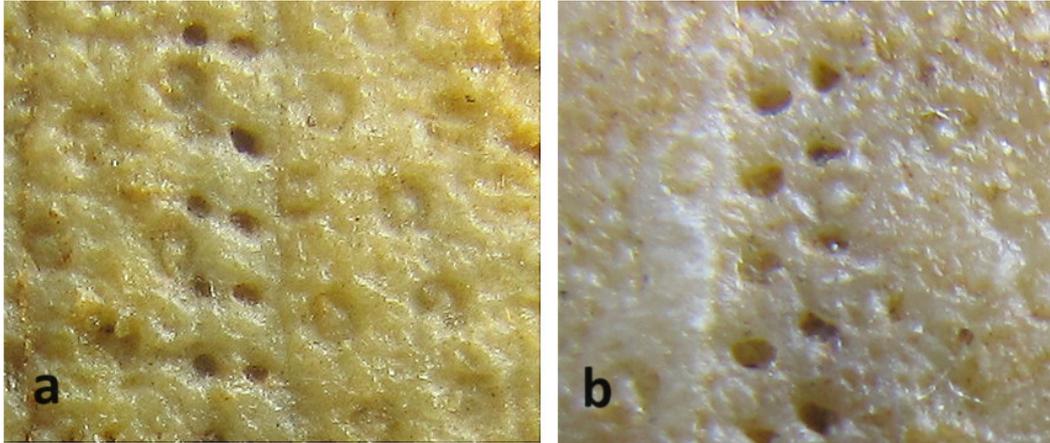


Figure 84 : Anisopores non conjugués.
 a ; *Hypsoclypus doma*,x12 b ; *Echinolampas curta* x15.

Les phyllodes des *Echinolampas* sont constitués d'unipores en entonnoirs, dont la fonction est double, sensorielle et la collecte des particules organiques (Roman, 1965 ; Smith, 1980b) (fig. 85).

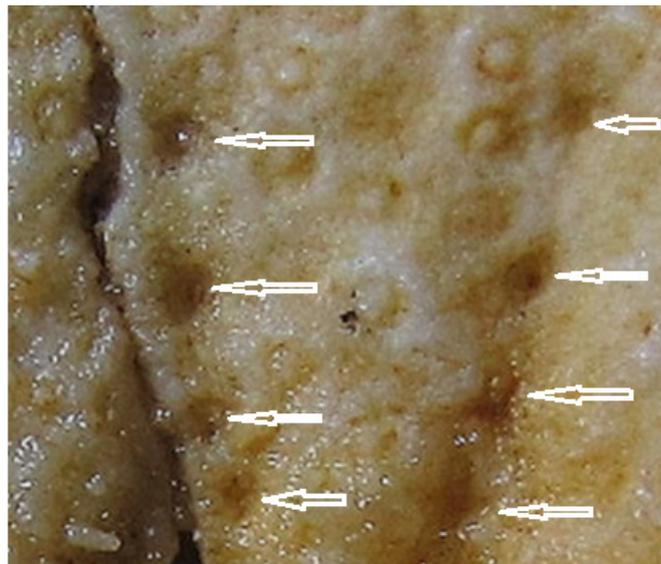


Figure 85 : Unipores en entonnoir chez *Echinolampas hemisphaerica*.x8

V) Interprétation paléoécologique des genres étudiés

V.1) Genre *Cidaris*

Les cidaroïdes habitent une large tranche marine, des eaux peu profondes jusqu'aux régions profondes du talus continental et les profondeurs abyssales (Mortensen, 1928 ; Fell,

1966 ; Phelan, 1970 ; Baumiller *et al.*, 2008 ; Bennett *et al.*, 2012 ; Brosseau *et al.*, 2012). Ce sont en générale des omnivores. Ils utilisent leurs podia pour se fixer faiblement au substrat, ainsi que leurs radioles primaires pour se hisser à l'intérieur des crevasses et des cavités dans les environnements peu profonds et de haute énergie mais ils peuvent utiliser les bancs coquilliers comme substrat temporaire.

Les taxons avec les radioles longs et cylindriques sont capables de coloniser les substrats meubles dans le large (Fell, 1966 ; Lawrence et Jangoux, 2013).

Les espèces existant de *Eucidaris* sont abondantes depuis la zone intertidale à une profondeur de 20 à 30m (Kier et Grant, 1965 ; Nebelsick, 1992) rarement observé au-delà du plateau continental (Fell, 1954). Ils vivent sur des substrats variés durs ou meubles en particulier sur des sables avec des patches coralliens, banquettes et récifs coralliens (Nebelsick, 1992). *E. tribuloides* est souvent observé sur des fonds sableux ou rocheux à l'intérieur des herbiers sur des roches, au-dessous des spongiaires ou coraux ou au-dessous des bancs rocheux.

V.2) Genre *Schizechinus* et *Oligophyma*

Schizechinus occupait les mêmes environnements que *Sphaerechinus granularis* (Roman, 1984 ; Borghi, 1993) sur les côtes méditerranéennes actuelles. Il préfère les substrats fermes, ou des endroits sableux stabilisés par les herbiers (Ridel, 1983) ou des substrats peu profonds à galets près des côtes rocheuses (Ernst, 1973). Ils vivent dans des environnements de faible à moyenne énergie et sont capables de se dissimuler avec les débris.

Schizechinus duciei du Tortonien de Malte se trouve associé avec des faciès coralligènes à algues déposés à une profondeur de 25m au moins. Dans le bassin de Sorbas la même espèce est associé avec *Schizaster sahariensis*, *Clypeaster marginatus* et *Spatangus purpureus* dans des sables calcaires de la zone infralittorale inférieure (Roman, 1984 ; Kroh & Nebelsik, 2003). Dans la région de Murcie, il est présent dans des calcaires marneux à grand colonies de mélobésiées associé à *Cidaris*, *Brissus*, *Brissopsis* et dans les formations récifales et péri-récifales (Roman, 1984). Dans la région de Melilla (Maroc septentrional), il est associé à *Schizaster* et *Echinolampas*, dans des sables calcaires consolidés riches en débris d'algues calcaires, (Roman, 1984).

Le genre *Oligophyma* diffère des formes actuelles de méditerranée mais comme il se rencontre dans les mêmes environnements sédimentaires que *Schizechinus*, il se peut qu'ils aient eu des modes de vie similaires.

V.3) Genre *Amphiope*

Montre un profile extrêmement plat, avec un système apicale central et des sillons nourriciers qui s'étendent jusqu'à la face apicale, qui sont communément associés aux formes suspensivores comme *Dendraster excentricus*. *Amphiope* est un genre fouisseur superficiel, principalement dépositivores. Le test montre des ouvertures ou indentations (lunules) dont la fonction est la réduction de la pression hydrostatique (Telford, 1981 ; 1983).

V.4) Genre *Clypeaster*

Les Clypeastéroïdes sont des dépositivores qui englobent une morphologie très spécialisée et une stratégie d'alimentation très sophistiquée utilisant des milliers de petits. Ils occupent principalement des environnements d'eau peu profonde à haute énergie (Seilacher, 1979 ; Smith, 1984 ; Barras, 2008).

Le genre *Clypeaster* a des caractères morphologiques spécialisés comme la miniaturisation des épines (reconnaissables sur les fossiles d'après la taille des tubercules) la concentration des podia respiratoires au niveau de la surface apicale qui s'organisent en pétales (facilement identifiable à la disposition des grands anisopores), les sillons nourriciers simples au niveau de la surface orale, et une lanterne d'Aristote qui est utilisée dans le broyage et non pour le raclage (Mooi, 1989).

Les *Clypeaster* avec un profil relativement plat, des marges épaisses et une surface ventrale plane.

Les représentants vivants des *Clypeaster* sont localisés dans les régions tropicales et subtropicales (Ghiold & Hoffman, 1984, 1986 ; Nebelsick, 1992a ; Hopkins, 1988). Ils vivent sur des substrats meubles de la zone littorale jusqu'à environ 500m de profondeur la majorité des espèces étant confinée aux eaux peu profondes de la plateforme continentale (Mortensen, 1948b).

Le genre *Clypeaster* est remarquable pour le polymorphisme des espèces qui le représentent, ce qui a amené certains auteurs à multiplier les espèces quand d'autres les réunissaient en tant que synonymes ou variétés (Cottreau, 1913 ; Margara 1946 ; Pinar, 1952 ; Kalabis 1949, Roman, 1956).

Un grand nombre d'espèces de *Clypeaster* a été décrit du néogène du bassin méditerranéen et les régions voisines, cependant il y a une grande difficulté à les distinguer de manière objective (Rose et Poddubiuk, 1987 ; Rahman *et al.*, 2015). Les difficultés résident dans :

- 1) une grande variation du concept d'espèce ;
- 2) la variation morphologique substantielle à l'intérieur de la population (écophénotype) ;
- 3) le taux limité de l'innovation structurale ;
- 4) la difficulté de cerner les changements phylétiques graduels ;
- 5) le fait que les stratégies adaptatives sont communément répétées. Les différences nominales dans les espèces sont ceux basés en quelques sortes sur des caractères qui ne sont pas toujours préservés chez les

spécimens fossiles, englobant la taille du test et son profile, les contours du test le long de l'ambitus, et en section transversale, les caractéristiques des pétales, la position du périprocte et la tuberculation.

La forme du test des *Clypeaster* est en relation très étroite avec leur mode de vie, ainsi les espèces vivantes diffèrent en formes et habitudes (Kier et Grant, 1965 ; Telford et al., 1987). Les formes avec un test de profil déprimé, une marge relativement mince, et une surface ventrale plate, qui correspond à un mode de vie de fousseurs superficiels. Les formes avec un test haut, un infundibulum profond et une marge épaisse, renflée, sont adaptés à vivre comme épibenthiques, labourant les sédiments, et pouvant s'enfouir jusqu'à l'ambitus. *Clypeaster rosaceous* qui à un test renflé, est présent dans des sédiments sableux avec des patches d'herbiers (Kier et Grant, 1965 ; Kier, 1975 ; Hendler et al., 1995).

L'analyse morphofonctionnelle, et leur apparition dans le registre fossile (Rose et Poddubiuk, 1987) supposent que ces variations morphologiques chez les *Clypeaster* à travers le temps peuvent refléter l'expansion du champ écologique du genre avec des stratégies adaptatives variées, fonction des substrats sédimentaires.

L'encroûtement est un facteur taphonomique potentiellement utilisable pour estimer la durée d'exposition post-mortem du test sur le plancher marin (Beckvar et Kidwell, 1988). La colonisation des organismes encroûtant peut se faire entre une semaine et un mois dans l'environnement marin peu profond (Sutherland et Karlson, 1977 ; Nebelsick et al., 1997). L'absence d'incrustation suggère un court séjour du test sur le fond marin, mais il peut aussi renseigner sur un remaniement fréquent (Mancosus & Nebelsick 2013). Les spécimens affectés par une fragmentation symétrique le long des sutures perradial des ambulacres et les zones porifères des pétales Nebelsick (1999) représentent des craquelures post enfouissement résultant de la compaction des sédiments. Les tests des *Clypeasteroides* sont souvent affectés par des incrustations de grains de sable et des recristallisation de surface, un processus post enfouissement qui peut réduire l'identification des caractères importants du test.

L'ordre des Spatangoïdes

Présents dans toutes les mers et les océans les spatangoïdes diffèrent dans leur distribution géographique d'une façon très localisé à cosmopolite suivant les groupes. Les spatangues sont un groupe d'échinides irréguliers très adaptés à vivre en endofaune fouissant à différentes profondeurs et sont capables de vivre dans tous les types de sédiment marins (Ghiold, 1988 ; Ghiold & Hoffman, 1989).

Le mode de vie en épifaune s'observe chez ceux qui vivent dans les mers profondes, l'éventail des profondeurs enregistrées se situe entre la zone sublittoral à abyssale (> 6000 m) (Mortensen, 1950, 1951 ; Stockley et al., 2005). Ils sont microphages et utilisent leurs podia oraux pour la collecte des grains sédimentaires dans lesquels ils vivent et les particules organiques associées (De Ridder & Lawrence, 1982 ; Lawrence, 1987 ; Barras, 2008).

Le registre fossile des spatangoïdes commence au crétacé inférieur (Villier *et al.*, 2004), leur innovation morphologiques, l'arrangement des ambulacres, développement des fascioles, diversification de la fonction des radioles et l'évolution des podia spéciaux pour les échanges gazeux sont en relation avec un mode de vie enfoui, ces innovations morphologiques ont permis à ce groupe une rapide diversification (Villier & Navarro, 2004 ; David *et al.*, 2009).

V.5) Genre *Schizaster*

Beaucoup d'espèces du genre *Schizaster* et les genres étroitement liés à *Schizaster* incluent les formes fousseuses profondes et superficielles et habitent les environnements néritiques internes pas plus de 100m de profondeur (Mortensen, 1951). Les espèces actuelles de *Schizaster* sont des dépositivores connus à des profondeurs entre 4 et 900m et vivant dans des sédiments à grains fins fouissant à plus de 25 cm de profondeur (Kroh, 2005).

Plusieurs *Schizaster* très similaires au genre *Ova* Gray, 1825 incluent les formes fousseuses profondes et moins profondes habitent les milieux néritiques internes au-dessus de 100m de profondeur (Mortensen, 1951).

Ova canalifera (Lamarck, 1816), de la méditerranée, vit enfoui dans des grains fins plus de 20 cm de profondeur, avec une abondance maximale entre 20 et 70m (Tortonese, 1965 ; Schinner, 1993 ; Bromely *et al.*, 1995). Leur distribution est contrôlée par la disponibilité de substrats meubles convenables formés de silts ou de sables à grains fins. Cet échinides construit un canal respiratoire et des drains sanitaires sous anaux (Schinner, 1993 ; Asgaard & Bromley, 2007). Ces échinides peuvent se trouver dans les eaux peu profondes comme des environnements d'eaux profondes.

L'espèce Miocène du domaine méditerranéen, *Schizaster eurynotus*, est interprété comme un fousseur dans des sédiments fins.

V.6) Genre *Sardospatangus*

Le genre *Sardospatangus*, en se basant sur l'aspect morphologique tel que l'absence de fasciole péripétale, la présence de petits pores paires dans l'ambulacre frontal impaire montre qu'il a un mode de vie à enfouissement superficielle ou semi enfoui. Certaines espèces fossiles comme *S. austriacus* et *S. thieryi* vivaient dans un large éventail de substrats et environnements de la zone littorale à condition de haute énergie à un environnement relativement calme à substrats de sables à grains fins. *S. purpureus* l'espèce actuelle de la méditerranée et du nord-ouest de l'Atlantique est connu de vivre à des profondeurs de 15 à 900m avec une abondance maximale entre 20 et 40m dans des graviers fins ou des substrats sableux balayés par des courants de fonds (Mortensen, 1951 ; Lane *et al.*, 2000 ; Stara *et Borghi*, 2012 ; Borghi *et Frediani*, 2014).

V.7) Genre *Brissus*

Le genre *Brissus* est représenté par une quelques espèces actuelles et fossiles relativement similaires, dont la plus ancienne, *Brissus dilatatus* Desor, 1847 des Calcaires Lutétien à étroite ressemblance avec *Brissus scilliae* L. Agassiz, 1835 actuel. Il est de même pour *Brissus bastia* Oppenheim 1902, qui, est le plus ancien *Brissus* méditerranéen connu avec une taille modéré. Les espèces Burdigaliennes de *Brissus* atteignent des dimensions plus grandes, tel *Brissus oblongus* Wright, 1855 ; de Malte et des mollasses burdigaliennes des environs d'Istres (Cottreau, 1913).

Les espèces actuelles de *Brissus* comme *B. laticarinatus* (Leske, 1778), *B. unicolor* (Leske, 1778) ou *B. giga* Fell, 1947 vivant dans du sables argileux, sables grossiers, sables coquilliers, poches de sables sur les fonds coralliennes, sous les bancs rocheux et à l'intérieur des herbiers (Tortonese, 1965 ; Kier et Grant, 1965 ; Riedl, 1983 ; Hendler *et al.*, 1995 ; Chao, 2000 ; Miskelly, 2002). Ils peuvent fouir au-delà de 20cm de profondeur (Miskelly, 2002) et occasionnellement plus profondément (Mortensen, 1951 ; Hendler *et al.*, 1995) et sont présents à travers les zones chaudes tropicales et les climats tempérés.

V.8) Genre *Brissopsis*

Plusieurs subdivisions ont été proposées au sein du genre *Brissopsis* Agassiz, 1840 avec les genres ou sous-genres *Plesiaster* Pomel, 1883 ; *Diplodetus* Schluter, 1900 ; *Brissoma* Pomel, 1883 ; *Kleinia* Gray, 1851 ; *Zeugaster* Lambert, 1907. Cottreau (1913) a vu qu'il était tout à fait inutile de conserver, même comme sous-genres, ces différentes dénominations correspondant à des variations limitées et inconstantes.

Brissopsis est un spatangoïde endobenthique, dépositivore, qui habite les fonds meubles, vaseux, fouisseur à une profondeur de 2 à 10 cm sous la surface, avec un comportement occasionnel d'épibenthiques (Hollertz & Duchêne, 2001).

Ce genre est caractéristique des régions tempérées et est connu au niveau de la méditerranée, de l'océan Atlantique et de l'indopacifique (Mortensen, 1951). Il occupe préférentiellement les plateformes externes, du circalittoral au bathyal (Mortensen, 1951 ; Néraudeau *et al.*, 2001 ; Hollertz, 2002).

L'espèce fossile *Brissopsis crescenticus* est restreinte aux sédiments à grains fins. Elle est interprétée comme fouissant à une profondeur superficielle à une profondeur modérée à cause de sa morphologie. Ses congénères avec des fascioles très développés *B. elongata*, *B. lyrifera*, *B. atlantica mediterranea*, *B. alta* et *B. luzonica* vivent dans des substrats vaseux à des substrats de sables fins enfouies à une profondeur de 1 à 10cm au-dessous de la surface des sédiments (Chesher, 1968 ; Tortonese, 1965 ; Kier, 1975 ; Smith, 1980a ; Kanazawa, 1992 ; Hollertz et Duchêne, 2001 ; Koukouras *et al.*, 2007). D'autres sont connus pour leur environnement relativement moins profond dans la méditerranée, *B. atlantica mediterranea*

similaires à *Brissopsis crescenticus* apparaît dans des sédiments à grains fins à une profondeur allant de 2 à 105 m (Tortonese, 1965 ; Zavodnik, 2003 ; Koukouras *et al.*, 2007).

Brissopsis lyrifera est un dépositivore endobenthique qui habite les substrats vaseux (Hollertz & Duchêne, 2001 ; Hollertz, 2002) entre 5 et 2845 m de profondeur et très abondant dans la zone bathyale profonde (Mortensen, 1951 ; Tortonese, 1965 ; Néraudeau *et al.*, 2001 ; Mecho *et al.*, 2014) entre 200 et 2845. Il apparaît fréquemment dans la région méditerranéenne entre 60 et 200 m et est très fréquent dans la zone bathyale profonde (Prouho, 1988 ; Tortonese, 1979 ; Néraudeau *et al.*, 2001).

Par ces habitudes d'enfouissement *Brissopsis lyrifera* modifie considérablement les conditions chimiques et physiques des sédiments, en augmentant la porosité et les flux de nutriments et oxygénation sous l'interface sédiments/eau (Allen, 1982).

Brissopsis boutyi qui est très semblable à *Brissopsis lyrifera*, interprété comme une forme d'échinide fouisseuse à une profondeur modérée à profonde à cause de son profil légèrement en coin, la présence d'unipores avec une large zone périporale, pour des podia constructeurs de canal respiratoire dans l'ambulacre frontal, des fascioles péripétale et sous anales bilobés. Les représentants actuels de *Brissopsis* ; *B. elongata*, *B. lyrifera*, *B. atlantica mediterranea*, *B. alta* et *B. luzonica*, vivent dans des sables argileux à grains fins enfouis à une profondeur de 1 à 10 cm au-dessous de la surface des sédiments, (Chesher, 1968; Tortonese, 1965; Kier, 1975; Smith, 1980a; Kanazawa, 1992; Hollertz and Duchêne, 2001; Koukouras *et al.*, 2007). Selon Chesher (1968) chez *B. alta* le terrier communique avec la surface par un canal consolidé par du mucus et maintenu par les podia de l'ambulacre frontal, il procède aussi un fasciole sous anal à l'intérieur duquel les podia maintiennent deux canaux de drainage ou tubes sanitaires. *Brissopsis lyrifera* apparaît sur la surface des sédiments (Petersen, 1913).

Brissopsis est un échinide d'environnement profond (Mortensen, 1951), mais quelques-uns sont connus de faible profondeur *Brissopsis* est l'échinide le plus commun entre 40 et 300 m de profondeur dans la plupart des océans (Chesher, 1968). Il peut apparaître entre 25 à 50 m de profondeur Petersen (1913, 1915). Dans la méditerranée *B. atlantica mediterranea* est connu dans des sédiments à grains fins entre 2 à 105 m (Tortonese, 1965 ; Zavodnik, 2003 ; Koukouras *et al.*, 2007 ; Mancosu et Nebelsick, 2017). *Brissopsis lyrifera* étant dépositivore il est endofaune mais il exploite aussi la matière organique sur la surface des sédiments une fois disponibles (Hollertz, 1999) il habite les substrats vaseux (Hollertz & Duchêne, 2001 ; Hollertz, 2002) entre 5 et 2845 m de profondeur et devient très abondant dans la zone bathyale profonde (Mortensen, 1951 ; Tortonese, 1965 ; Néraudeau *et al.*, 2001; Mecho *et al.*, 2014 ; Mancosu et Nebelsick, 2017).

V.9) Genre *Schizobrissus*

L'espèce actuelle *Meoma ventricosa* Lamarck, 1816 qui est proche de *Schizobrissus* habite le sable grossier ou graviers à coquilles entre 2 et 200 m de profondeur (Kier 1984 ; Hendler *et al.*, 1995). Elle est toujours associée à des herbiers ou des patches récifaux. *M.*

ventricosa vit enfouie jusqu'à 4 cm de sédiment au-dessus de son apex ou en épifaune, couverte de fragment de feuille ou d'herbier (Kier et Grant, 1965). L'espèce est dépositivore sélective.

La majorité des espèces éteintes apparaissent dans la zone tropicale (Caraïbes et le centre-est Pacifique) mais une espèce se rencontre à l'Oligocène du Sud de l'Australie (Mc Namara *et al.*, 1986) et à l'Oligocène et au Miocène supérieur de Nouvelle Zélande (Henderson, 1975) en plus d'un certain nombre de *Meoma* au Miocène méditerranéen.

V.10) Genre *Echinocardium*

Echinocardium fouit de 10 à 15cm de profondeur au-dessous de la surface des sédiments dans les sables à grains fins, construisant un long tube respiratoire à l'aide de podia constructeurs (Saitoh et Kanazawa, 2012). En raison de cette profondeur d'enfouissement hors du commun, ces échinides peuvent survivre à la perturbation de la plupart des tempêtes.

Echinocardium cordatum est probablement le plus cosmopolite des échinides fouisseurs (Mortensen 1951). Il a un relatif degré de tolérance à des variations de profondeur, de sédiment et de température (Higgins, 1974). Il forme des populations à extension infralittorale dans la mer du nord et les régions limitrophes (Ursin, 1960 ; Buchanan, 1966), Les populations littorales sont limitées à certaines côtes sableuses (Mooi, 1989 ; Buchanan, 1966 ; Guillar, 1985).

V.11) Genre *Plagiobrissus*

L'espèce actuelle *Plagiobrissus grandis* vit enterrée à environ 50 mm sous le fond marin dans des zones sablonneuses avec peu ou pas d'herbes marines ou des algues. Dans les sédiments, les épines primaires sont généralement posées à plat, mais lorsqu'il est dérangé, l'animal émerge et se déplace rapidement sur le substrat avec une vitesse allant jusqu'à 10 mm par seconde en soulevant ses longues épines. (Hendler *et al.*, 1995).

V.12) Genre *Opissaster*

Sa morphologie est celle des types fouisseurs dans des sédiments fins. L'ambulacre impair, profond, les grands pétales antérieurs incurvés et les postérieurs petits, sont des adaptations à un enfouissement profond. La morphologie du test est globalement similaire à celle de *Schizaster*, selon Néraudeau, (1994). Il peuple les environnements de plateforme externe profonde dans la méditerranée durant le Miocène inférieur et moyen.

V.13) Genre *Echinolampas*

Echinolampas est l'un des deux genres de sa famille qui existent encore actuellement [Schultz \(2017\)](#), alors que les formes fossiles sont particulièrement abondantes et diversifiées. Les représentants actuels sont dépositivores, vivant en épifaune ou partiellement enfoui dans des sédiments à grains grossiers dans les eaux chaudes tropicales ou subtropicales ([Mortensen, 1948a](#) ; [Thum & Allen, 1975](#) ; [Mooi, 1990b](#)). La plus part des formes vivantes sont enregistrées à des profondeurs entre 8 et 400m à l'exception d'*E. rangii* du Sénégal et du Cap vert qui apparaît à une profondeur entre 1570 et 1670m ([Mooi, 1990](#)). *E. ovata* se trouve dans la zone littorale de la mer rouge entre 9 et 75m de profondeur ([Mortensen, 1948a](#)) et en Australie dans les vasières internes dans des sables fins carbonatés ([Mooi, 1990a](#)), et *E. depressa* apparaît à une profondeur entre 30 à 310m, vit dans des sables carbonatés composés de fragments d'algues calcaires.

On les rencontre dans les séries géologiques en abondance, associés à des sédiments riches en carbonates ([Termier et Termier 1952](#), p. 137 ; [Roman, 1965](#)). La profondeur à laquelle vivent les *Echinolampas* est aussi vraisemblablement en rapport avec la température des eaux, puisque celle-ci décroît généralement avec la profondeur.

V.14) Genre *Hypsoclypus*

Les représentants actuels d'*Hypsoclypus*, Pomel, 1869 et de son synonyme probable *Conolampas* A. Agassiz, 1883 : *C. sigsbei* ([Agassiz, 1878](#)) et *C. malayana* ([Mortensen, 1948](#)) sont restreints aux tropiques, habitant surtout les eaux profondes entre 120 et 800m de profondeur. Ils vivent en épifaune dans des sédiments calcaires à grains fins ([Mortensen, 1948a](#) ; [Mooi, 1990a, 1990b](#)) des plateformes des mers peu profondes, vivant enfoui partiellement dans les sédiments jusqu'au bouts de leur pétales à anisopores conjugués livrant passage à des podia respiratoires et une région ventrale plate avec des phyllodes très développés et des bourrelets facilitant la sélection des particules alimentaires. Selon [Kroh \(2005\)](#) et [Borghi et Ciappelli \(2014\)](#), *Hypsoclypus* était commun dans des eaux peu profondes de la région méditerranéenne et de la Paratéthys au Néogène.

VI) Interprétation paléoécologique de la coupe de Tessala

-Assemblage à *Amphiope* :

Cet assemblage se caractérise par la présence de tests complets, dépourvus de radioles, avec absence de signes de bioérosion ou d'encroutement, ainsi que la relative absence de spécimens fragmentés (fig.86).

La plupart des tests se trouve posé sur leur face orale, soit proche de la position de vie (fig. 86, D-F). La fréquence de craquelures soit en suivant les sutures des plaques ou suivant

l'axe des ambulacres résulte de la charge sédimentaire lors de la compaction. Après ces observations on peut conclure l'absence de transport ou de remaniement, avec enfouissement rapide sur place, dans un milieu de haute énergie. Le développement de l'étoile ambulacraires avec anisopores conjugués par un long sillon indiquent un climat chaud . Ces organismes sont considérés comme des échinides d'eau peu profonde typiques des substrats sableux à énergie hydrodynamique élevée (Stara *et al.*, 2012 ; 2015) et représentent ainsi des marqueurs pour les anciennes lignes de rivages (Stara et Sunciu, 2014).

L'aspect plat du test augmente la surface de contact avec les substrats sur lequel l'animal vie et obtient sa nourriture (Erns, 1960 ; Durham, 1966 ; Schafer, 1972). Les lunules et indentation réduisent la pression hydrostatique exercée par les eaux circulant au-dessus du test (Telford, 1981, 1983). Les expériences David et Ghiold (1980) ont montré que les lunules chez *Mellita quinqueperforata* fonctionnent comme un appareil de collecte de nourriture, ainsi ils jouent un rôle important dans l'alimentation quoi que le mécanisme exact ne soit pas démontré d'une façon convaincante, on suggère que les lunules travaillent comme un site de passage des particules alimentaires, entre la face aborale à la face orale.

L'Etoile ambulacraire est formée par des anisopores conjugués les deux pores sont reliés par un sillon qui croise la cloison interporal, les podia associés ont une fonction principalement respiratoire, ce type d'arrangement de pores à travers le test augment l'efficacité des échanges gazeux surtout dans les milieux relativement chauds, pauvres en oxygène ou lorsque le métabolisme est élevé.

Paléoenvironnements

D'après ces observations, on peut envisager un milieu d'eau peu profonde, littorale, avec substrat de sable grossier, et de haute énergie hydrodynamique, sous un climat chaud tropical ou subtropical.

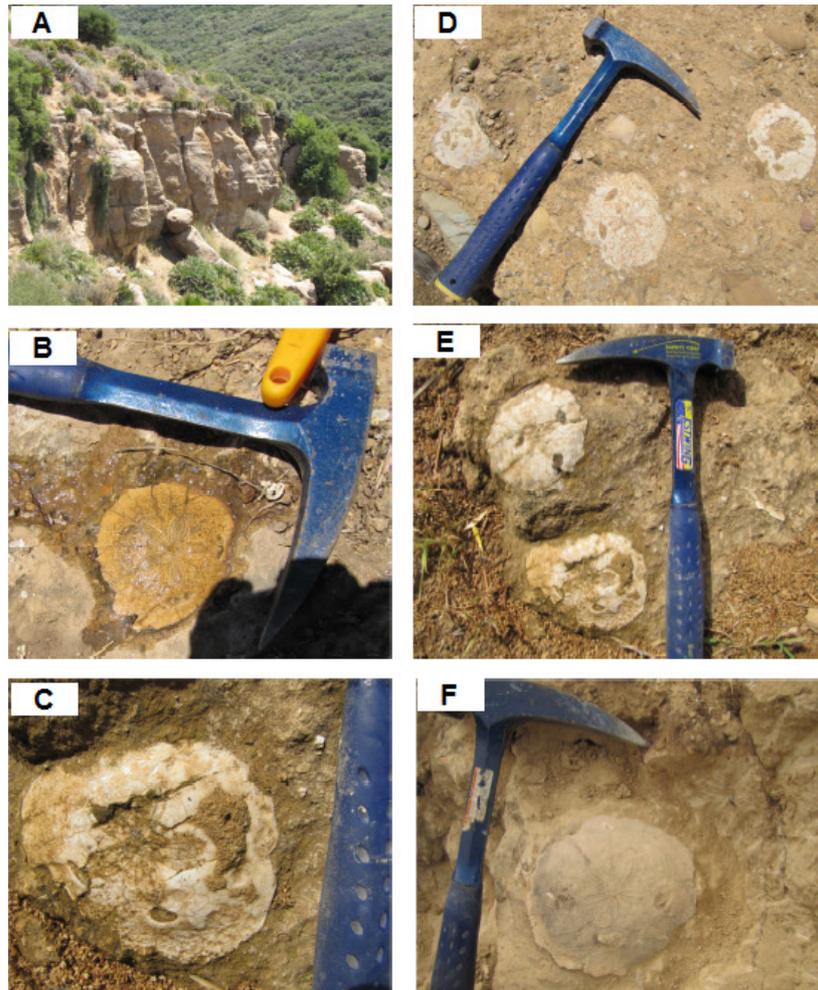


Figure 86 : faune d'*Amphiope* de la région de Tessala.

A : formation conglomératique à *Amphiope* ; D-F : *Amphiope depressa* Pomel, 1887.

VII) Interprétation paléoécologique de la coupe d'Arbal

Bien que la formation conglomératique ne soit pas aussi développée que dans la région du Tessala, elle renferme la même faune d'*Amphiope* (fig. 87) avec les mêmes caractéristiques morphologiques et paléoécologiques, sauf un léger remaniement in situ matérialisé par un entassement de certains spécimens.

Les facies de calcaires sableux et argileux renferment un assemblage d'échinides à *Spatangus tessellatus*, *Clypeaster ogleianus*, et *Schizaster*. Cet assemblage indique un milieu peu profond de haute énergie et de haute température.

Les Facies de marnes blanchâtres et calcaires à algues, avec un assemblage de *Schizechinus sahelensis*, *Schizaster sahelensis*, et *Brissopsis speciosum* semblent en faveur d'un milieu de moyenne à forte énergie.

En résumé cette faune indique un environnement littoral à un milieu profond, évoluant ensuite à un milieu littoral à médiolittorale.

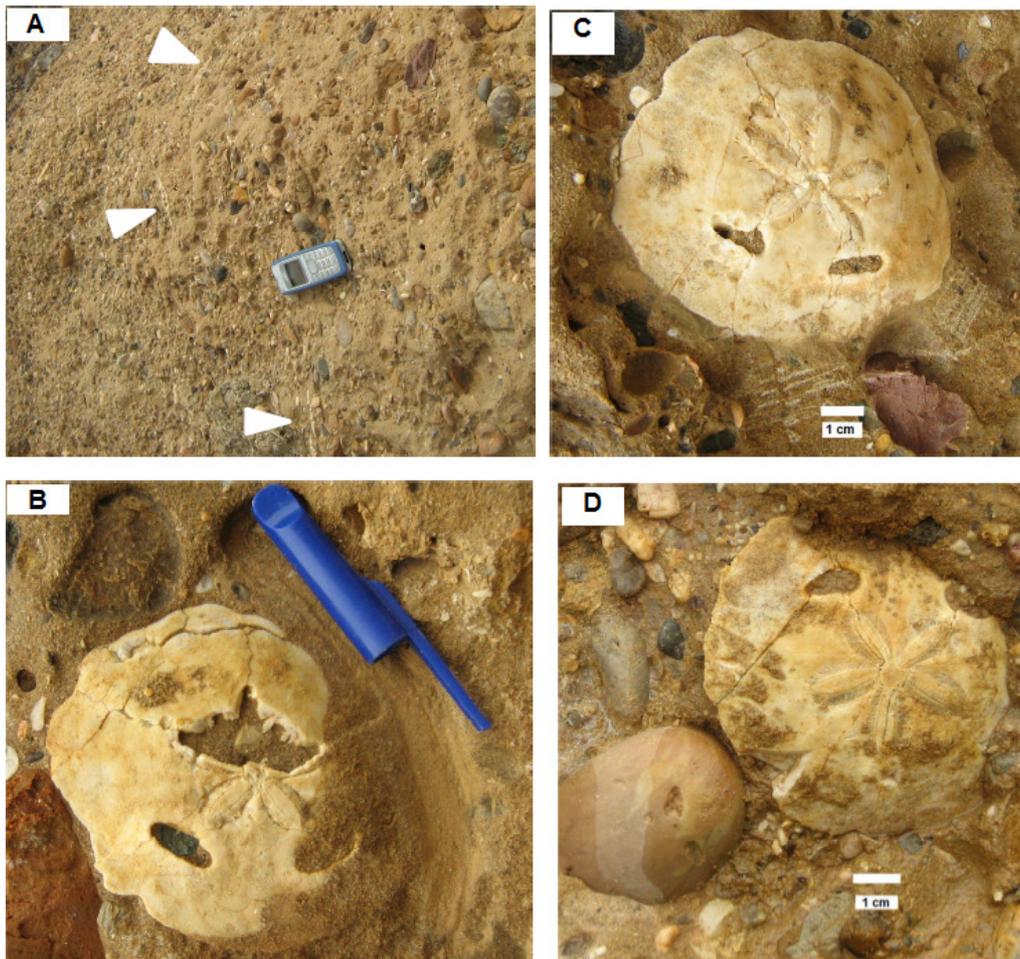


Figure 87: faune d'*Amphiope* de la région d'Arbal

A : barre conglomératique à *Amphiope* ; **B-D** : *Amphiope depressa* Pomel, 1887

VIII) Interprétation paléoécologique de la coupe de l'Oued Sidi Mediouni

Plusieurs assemblages sont reconnaissables dans cette région (fig. 88) :

1- Assemblage à *Schizaster sahariensis* associé à des faciès de calcaires marneux. Cet échinides est un fouisseur profond d'après sa morphologie générale ; forme du test en coin, pétales antérieurs incurvés relativement profonds, sillon ambulacraire antérieur profond et larges isopores conjugués par un sillon dont la fonction principale est la respiration, ainsi que la présence de fascioles péripétale et latéro-sous-anal.

2- Facies de calcaires à algues avec un assemblage d'échinides à *Shizechinus sahariensis* et *Brissus unicolor*, qui témoigne d'un milieu de faible profondeur à faible à moyenne énergie interprétée d'après les isopores type p2 présente chez *S. sahariensis*, avec une bathymétrie de moins de 80m et un substrat sableux consolidé par les algues (Le Moine, 1939), à climat chaud isopores et pétales très développés de *Brissus unicolor*.

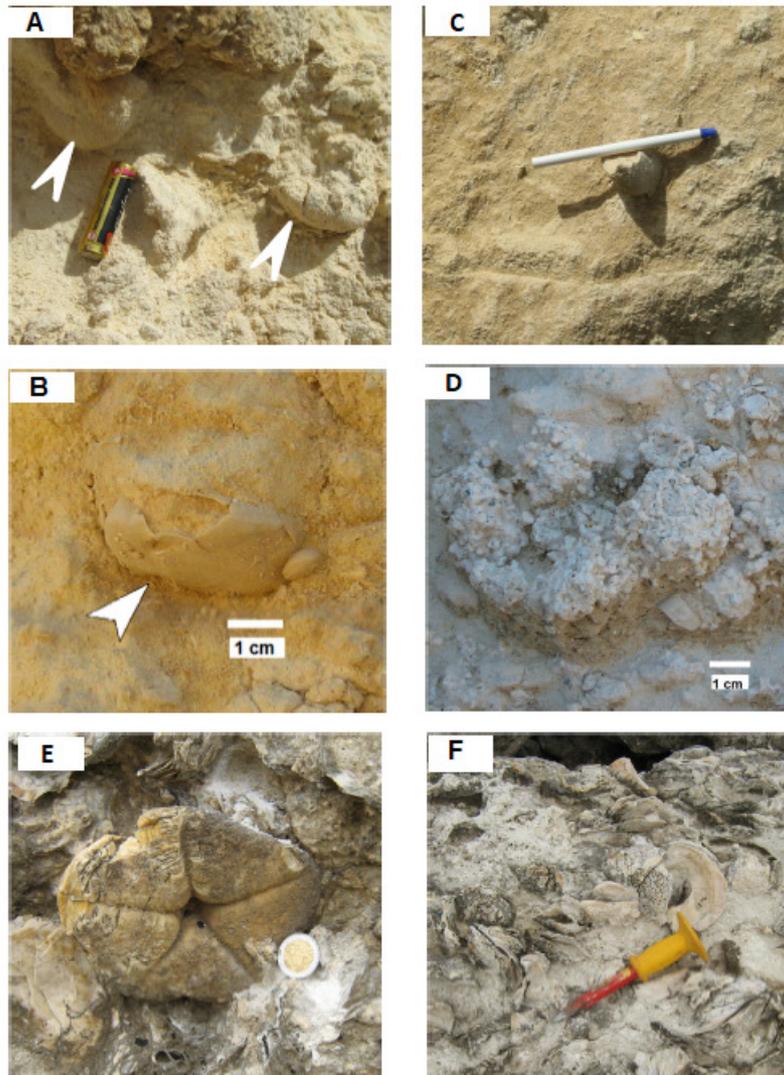


Figure 88: faunes d'Echinides de Sidi Mediouni ; A-D et Cap Figalo ; E-F.

A : *Schizechinus* ; B : *Schizaster* ; C : *Clypeaster* ; D : *Echinolampas* ; E : calcaires à *lithothamnium* ; F : calcaires à huitres (Cap Figalo).

3- L'assemblage de *Brissopsis crescenticus*, *Echinocardium* et *Plagiobrissus* (*Rhabdobrissus*) bien que le premiers puisse fréquenter un large éventail de profondeur, la présence d'*Echinocardium* est en faveur d'un milieu peu profond et substrat de sable calcaire, dans un climat chaud comme témoignent les isopores conjugués de chaque espèce cependant la profondeur d'enfouissement du genre *Brissopsis* diffère de celle d'*Echinocardium* (présence de fascioles péripétale chez *Brissopsis* et fasciole interne chez *Echinocardium*). *Clypeaster marginatus*, affectionne les milieux peu profonds infralittoraux. Cet assemblage témoigne aussi des différentes stratégies écologiques des spatanges.

4- Enfin le facies de calcaire biodétritiques à *Echinolampas hemisphaerica* qui est interprété comme un milieu peu profond voire littoral, à substrat sableux et climat chaud.

En résumé on est donc dans un environnement marin qui évolue d'un milieu relativement profond infralittoral à un milieu littoral. Le changement rapide de faciès au Cap Figalo avec la présence de *Clypeaster* à test massif, *Echinolampas* à côté d'une faune de bivalves coraux, et calcaires à algues (fig. 88, D) indique un milieu récifal favorisé par la présence d'un haut fonds (saint martin et al., 1986). Au Cap Figalo, les constructions à Coraux, forment des niveaux ou patchs lenticulaires très allongés, intercalés dans les couches à Algues (Saint Martin, 1984), avec une faune de bivalves et d'échinides notamment les *Clypeaster* en particulier *Clypeaster pyramidalis*.

VIX) Interprétation paléoécologique de la région de Sig

L'assemblage faunique est dominé par par *Schizaster maurus* et *Brissopsis latus*.

D'après leur morphologie générale, *Schizaster maurus* par un test relativement un peu déprimé, avec des pétales incurvés mais très étroites les postérieur très petites, plastron un peu développé, avec un ambulacre impaire antérieur large est profond, présence de fasciole péripétale et latéro-sous-anal et donc adapté à un enfouissement plus au moins profond, le moindre développement des pétales indique un milieu relativement riche en oxygène, sans doute à des températures modérées.

La morphologie de *Brissopsis latus* avec des pétales respiratoires moins profonds à isopores, sillon antérieur moins profond et fasciole péripétale, sont des indicateurs d'un fousseur superficiel. Sur le plan taphonomique le test est préservé avec quelques radioles de la région antérieur, ce qui indique que la décomposition des parties moles n'était pas complète lors de l'enfouissement, soit que l'enfouissement a été rapide soit que la dégradation a été ralentie.

Dans la région de Cheurfa le faciès de calcaires détritiques à algues prime vers le sud, abritant une faune de *Clypeaster* à tests massifs (*Clypeaster altus*) qui témoigne d'un milieu littoral.

La formation Pliocène de Sig à faciès de marnes sableuses et une faune de *Schizaster speciosus* dont la physionomie rappelle celle de *Schizaster eurynotus* et *S. sahelensis*, indiquant un milieu peu profond, à haute température.

En résumé, l'évolution de cette région au néogène s'est faite dans un cadre générale de mise en place des plates formes carbonatées (Saint Martin et al. 1992) évoluant progressivement d'un milieu circalittoral à un milieu infralittoral (Poignant et Moissettes, 1992) avec des dépôts de marnes et diatomites formes néritico-littorales traduisant ainsi une bathydécroissance (Mansour et al., 2008) puis vers un milieu encore peu profond avec des dépôts gypseux, puis un milieu peu profond au Pliocène, avec une faune d'échinides ou apparait le genre *Schizaster*.

X) Interprétation paléoécologique de la coupe de la région de benabdelmalek Ramdane (ex : Ouillis)

L'assemblage de la faune (fig. 89) est composé d'*Echinolampas*, *Schizobrissus*, et *Clypeaster*, avec une nette diversification du genre *Echinolampas*, représenté par *Hypsoclypus doma*, *Echinolampas claudus*, *Echinolampas abbreviata*, *Echinolampas pyguroides*.

Cette faune (fig.89) est exclusivement littorale ; endobenthique ou partiellement enfouie dans un substrat de sable grossier. Les spatanges sont représentés par *Schizobrissus maritanicus*, d'après sa morphologie c'est un fouisseur plus au moins profond similaire en quelques sortes à *Meoma ventricosa*.

En résumé il s'agit là d'un milieu littoral, à substrat de sable grossier à haute énergie et haute température.

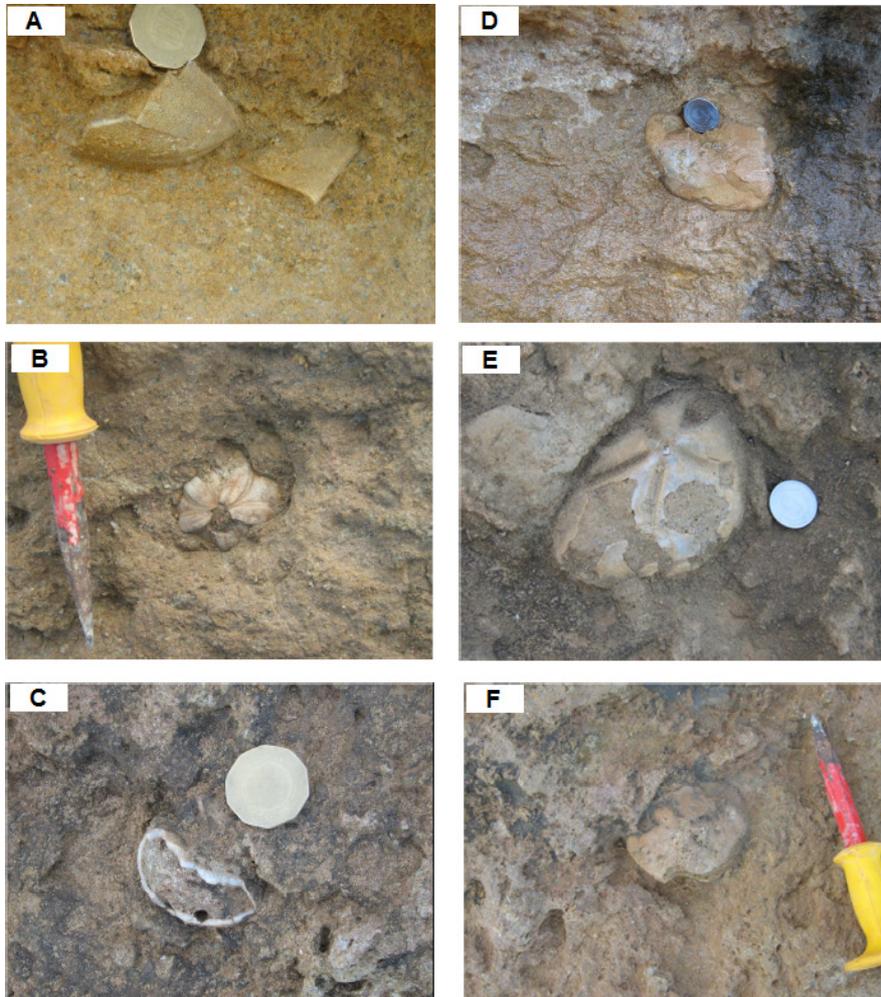


Figure 89: faune d'échinides de la région de Ben Abdelmalek Ramdane
A : Fragments d'*Hypsoclypus* ; B : *Clypeaster* ; C : *Echinolampas* ; D-F : *Schizobrissus*

XI) Interprétation paléoécologique de la coupe de la région de Sidi Bakhti

La partie inférieure de cette formation à faciès de marnes à globigérines, abrite une faune de spatanges où apparaît l'espèce *Sardospatangus sahelensis*. Le potentiel de préservation du test est remarquable avec la présence de tests complets mais déformés par la charge sédimentaire à côté des tests fragmentés, ce qui implique un éventuel transport sur une faible distance, comme témoigne l'absence de signes d'érosion sur le test. Cette déformation des tests, avec absence de dislocation des éléments squelettiques, indique que la décomposition des parties moles était longue dans un milieu relativement calme. Les caractères morphologiques de *S. sahelensis* indique qu'il était un fousseur superficiel détritivore dans un substrat vaseux.

Au niveau de la partie supérieure, on a un changement de faune avec apparition de fragment de *Clypeaster* dans des grès à éléments volcaniques (cinérites), et *Schizaster* dans des calcaires marneux blanchâtres à côté d'une faune de bivalves et gastéropodes. Les caractères morphologiques de ce *Schizaster* évoquent ceux de *Schizaster sahelensis*.

En résumé cette faune d'échinide (fig. 90) indique le passage d'un milieu profond à faible hydrodynamisme et de température infralittorale à un milieu agité de forte énergie et température (milieu littoral).

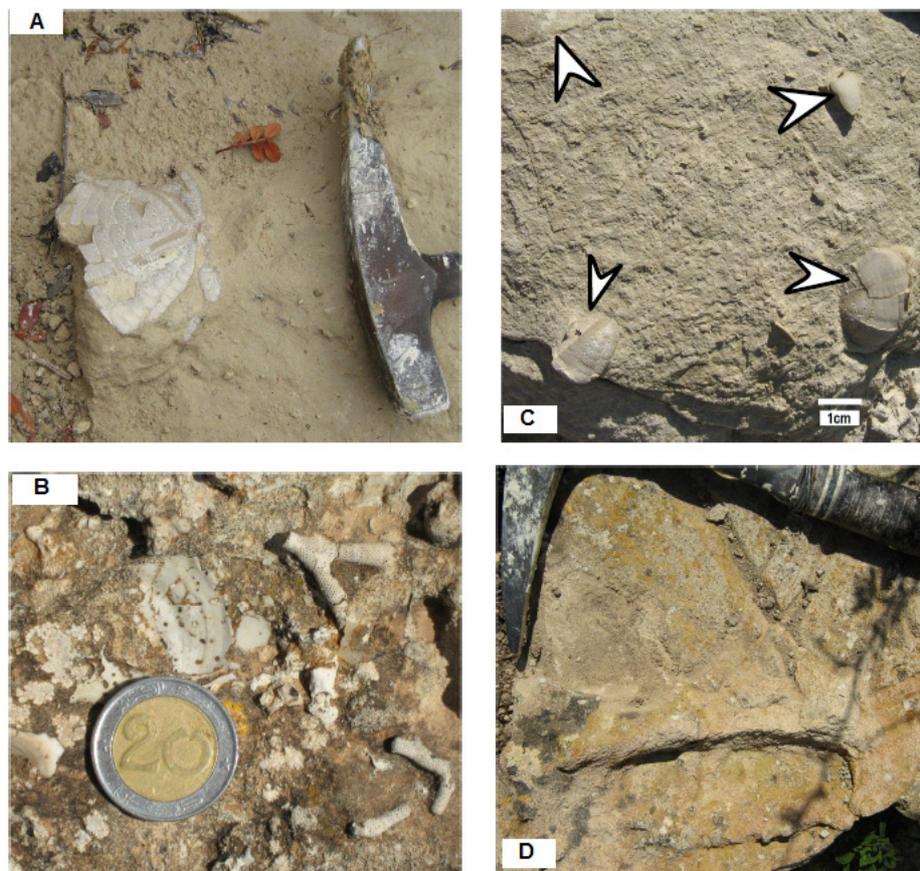


Figure 90: faune de la région de Sidi Bakhti

A : *Sardospatangus sahelensis* ; B : calcaires à bryozoaires et bivalves ; C : marnes à *Sardospatangus* ; D : grès à terriers.

XII) Interprétation paléoécologique de la région de Jdiouia oued Sly

Depuis Jdiouia à Oued Sly les calcaires à Lithothamnium forment une longue série de collines dénudées ou à végétation clairsemée qui s'étendent au-delà de Oued Sly jusqu'à Oued Foda. Ces formations calcaires sont entaillées par plusieurs Oueds, comme Oued Jdiouia et Oued Rhiou, une étude détaillée de ces calcaires a été réalisée par Le Moine (1939).

Au niveau de Oued Rhiou, les calcaires reposent sur les marnes bleues, et les calcaires gréseux du messinien, tandis qu'au niveau de Oued Sly, ils sont en contact directe avec les calcaires, biodétritiques à *Heterostegina depressa* et *Clypeaster*, qui passent rapidement à des calcaires à algues (Perrodon, 1957), et qui correspondent à la première unité transgressive dans le cadre de la mise en place des plates-formes carbonatées (Saint Martin *et al.*, 1995).

Au niveau du site de Jdiouia la partie inférieure de l'affleurement offre une faune d'échinides constituée par le genre *Brissopsis* avec l'espèce *Brissopsis boutyi* et le genre *Schizaster* représenté par *Schizaster cavernosus*, *S. barbarus*, et *S. phrynus*.

Le spatangue *Schizaster* qui domine l'assemblage étudié, est interprété ici comme fouisseur profond dans des sédiments à grains fins à cause son profil en forme de coin, sillon profond de l'ambulacre frontal avec des isopores cloisonnés bien développés pour des podia constructeurs de canal respiratoire, système apicale situé postérieurement, l'interambulacre postérieur caréné, les paires ambulacres antérieurs profondes longs et incurvés, les postérieurs courts, ainsi que les fascioles péripétale et latéro-sous-anal, la tuberculation aborale dense et uniforme qui portent des radioles permettant, l'enfouissement dans des substrat à grain fins, utilisant les épines dorsales pour prévenir l'effondrement du terrier et maintenir un espace pour la circulation des eaux (e.g. Gale & Smith, 1982; Kanazawa, 1992).

La présence d'une fasciole latéro-anal et isopores partitionnées dans la région sous anal permet la construction des drains sanitaires.

Ces échinides peuvent apparaître dans des eaux protégées peu profondes aussi bien que les environnements profonds. Le développement des pétales ambulacraires avec des isopores allongés bien développés à fonction respiratoire témoigne d'un climat chaud où la demande en oxygène augmente.

Cet assemblage d'échinides est indicateur d'un milieu modérément profond, substrat vaseux à sableux de moyenne à faible énergie et climat chaud. Infralittoral interne.

La partie supérieure est caractérisée par l'apparition du genre *Echinolampas* avec l'espèce *Echinolampas costata*. Et donc d'après l'écologie d'*Echinolampas*, il s'agit d'un milieu littoral à substrat sableux consolidé par endroits par des algues calcaires. Et donc un milieu de forte énergie.

XIII) Interprétation paléocéologique de la région de Oued Rhiou

Opissaster est interprété comme fousseur superficielle à modérément profond, dans des sédiments à grains fins, en raison de son profil en forme de coin modérément déprimé, un ambulacre frontal profond avec des isopores partitionnés qui livrent passages à des podia constructeurs de canal respiratoire, système apical situé dans la région postérieur du test, pétales paires antérieurs longs et incurvés les postérieurs légèrement courts, fasciole péripétal, et des pores sous-anal, absence du fasciole sous-anal, malgré cette déficience il est capable de construire des tubes sanitaires.

Le genre *Sardospatangus* : en se basant sur l'aspect morphologique tel que l'absence de fasciole péripétale, la présence de petits pores paires dans l'ambulacre impaire frontal montrent qu'il a un mode de vie à enfouissement superficielle ou semi enfoui. Certain spatangues comme *S. austriacus* et *S. thieryi* vivent dans un large éventail de substrats et environnements de la zone littorale à condition de haute énergie à un environnement relativement calme à substrats de sables à grains fins *S. purpureus* de la méditerranée et le Atlantique nord-ouest, est connu de vivre à des profondeurs de 15 à 900m avec une abondance maximale entre 20 et 40m dans des graviers fins ou des substrats sableux balayés par des courant de fonds ([Mortensen, 1951](#); [Lane et al., 2000](#); [Stara and Borghi, 2012](#); [Borghi & Frediani, 2014](#)).

Clypeaster expensus, semblable à *Clypeaster ogleianus* et *Clypeaster marginatus* Des Moulins, 1835, et qui partagent un profil déprimé avec une zone pétaloïde en dôme, une marge mince, et une face orale plate ou modérément concave, *Clypeaster marginatus* est interprété comme fousseur superficiel ou semi enfoui, dépositivore ([Rose & Poddubiuk, 1987](#) ; [Rose and Wood, 1999](#) ; [Néraudeau et al., 2001](#)).

Clypeaster marginatus, est proche de ces congénères actuels comme *C. humilis* et *C. subdepressus*. *C. humilis*, est un fousseur superficiel vivant à l'intérieur des patches sableux près des herbiers ([Nebelsick, 1992a](#)) et dans les lagons remplis de sables dans l'indo ouest pacifique ([James et Pearse, 1969](#)). *C. subdepressus* apparait à une profondeur de 1 à 50 m ([Serafy, 1979](#) ; [Hopkins, 1988](#) ; [Hendler et al., 1995](#) ; [Rodríguez-Barreras, 2014](#)) vivant dans des substrats sableux coquilliers, mais aussi dans des sédiments vaseux et près des herbiers dans des eaux chaudes des caraïbes et l'océan Atlantique ([Hendler et al., 1995](#)).

Il vit comme épibenthique ou enfoui superficiellement ([Chesher, 1969](#) ; [Seilacher, 1979](#) ; [Telford et al., 1987](#) ; [Velluttini et Bigotto, 2010](#)) se nourrissant de matériel organique, comme les diatomées, particules des sables, collectées par les podia accessoires à la face orale, transportées au péristome, et broyées par les dents de la lanterne d'Aristote ([Telford et al., 1987](#)).

Les aspects paléoécologiques de *Schizaster barbarus*, (fig.91, C, D) ont été évoqué précédemment représente un environnement relativement peu profond correspondant à la zone néritique interne.

Vers l'Est à quelques kilomètres de Oued Rhiou, les faciès de calcaires biodétritiques à *Heterostegina* de Oued Sly (fig. 91, E) constituent un indice d'un milieu peu profond à caractère littoral avec une faune de *Clypeaster* très caractéristique d'un milieu de haute énergie et à faune épibenthique.



Figure 91: faune d'échinides de Oued Rhiou et Oued Sly A : *Spatangus tessellatus* dans des calcaires gréseux ; B : nombreux terriers dans des grès calcaires ; C-D : *Schizaster barbarus* dans des calcaires (Région de Oued Rhiou). E : calcaires biodétritiques à *Heterostegina* et *Clypeaster* (Région de Oued Sly).

XIV) Synthèse paléoécologique

Les échinides néogènes répartie depuis la région de Tessala à l'Ouest à Oued Sly à l'Est indiquent la présence d'environnements littoraux francs, ce qui signifie qu'ils vivaient dans des zones côtières ouvertes. Les genres *Clypeaster* et *Amphiope* sont typiques des environnements les plus proximaux et leurs occurrences soulignent les lignes de côtes du Néogène. La présence de Spatangues indique la présence d'environnements infra à circalittoraux, c'est-à-dire des zones légèrement plus profondes, proche de la côte.

Les échinides témoignent donc de la présence de milieux allant des zones littorales aux zones sublittorales, où le substrat peut varier entre des sables, des marnes sableuses ou des marnes. Les édifices d'algues calcaires sont également présents dans ces environnements.

Le climat dans lequel ces échinides vivaient était chaud, tropical ou subtropical. On peut également identifier une faune épibenthique, c'est-à-dire des espèces vivant à la surface du fond marin, telles que les *Cidaris* et les *Schizechinus*. D'autre part, certaines espèces comme les spatangues et l'*Echinolampas* étaient soit partiellement, soit totalement enfouies dans le substrat.

En résumé, la présence de ces échinides néogènes indique l'existence d'environnements littoraux à sublittoraux dans des climats chauds, tropicaux ou subtropicaux, avec une faune variée adaptée à différents types de substrat.

XV) Conclusion générale et recommandations

Les phénomènes géodynamiques et eustatiques qui ont caractérisés la structuration des bassins intra-montagneux de l'Oranie durant le Néogène ont permis l'installation de plateformes carbonatées surtout dans la partie occidentale ce qui a favorisé à son tour la mise en place d'une faune d'échinides riche et variée.

Les différents assemblages qui composent la faune d'échinides au cours du néogène est conditionnée d'une façon très étroite par les faciès sédimentologiques représentés par des conglomérats et grès biodétritiques, des marnes, marnes sableuses, des diatomites et des calcaires bioconstruits (calcaires à algues) cette diversification de faciès a conditionné la répartition de la faune d'échinides. Cette liaison influe aussi sur le potentiel de préservation et le contenu du registre fossile de ces organismes.

De ce fait, la faune d'échinides récoltée à travers l'Oranie composée de 6 ordres, 10 familles 16 Genre et 39 espèces est dominée par les échinides irréguliers : 16 genres d'échinides contre seulement quatre genres d'échinides réguliers (soit 25% de la totalité de la faune). Cela est probablement dû au mode de vie dans des environnements de haute énergie d'une part et la constitution morphologique du test d'autre part qui se désintègre rapidement après la mort dans les environnements de haute énergie et haute température. La diversité des oursins réguliers est sans doute sous-estimée, sachant qu'ils sont présents en abondance sous la forme de débris (plaques ou radioles) dans les sédiments.

Les échinides irréguliers ont développé des modes de vie variés, avec différentes stratégies écologiques, ce qui favorise une plus grande diversité, évitant la compétition sur les ressources et l'espace vital. Ainsi certains ont adopté un mode de vie fouisseur qui facilite en quelque sorte leur préservation après la morte. D'autres ont opté pour le mode épibenthiques ou semi enfoui, compensant leur vulnérabilité par un test massif et une structure interne complexe fondé sur des piliers et l'imbrication des plaques, ainsi qu'une forme plane (*Amphiope*, *Clypeaster*) ou une structure en dôme (*Clypeaster*) ou semi ovoïde (cas des *Echinolampas*).

Les nouvelles méthodes d'investigation, comme l'agencement des plaques de la face orale, les mesures biométriques des spécimens ainsi que l'utilisation des caractères morpho-fonctionnels et comparaison avec les espèces actuelles ont permis le transfert de certaines espèces comme *Spatangus sahariensis* et *tesselatus* au genre *Sardospatangus*, et la restitution de *Schizobrissus mauritanicus* comme espèce type du genre, de corriger certains caractères comme le nombre de pores génitaux du disque apical chez *Opisaster insignis* de quatre au lieu de deux comme évoqué par son auteur, il est de même pour *Amphiope depressa* dont le disque apical compte quatre pores génitaux au lieu de cinq.

D'autres espèces sont signalées pour la première fois à l'instar de *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae* et *Echinocardium depressum*.

Seules ou en association, les espèces (Tab. 40) permettent de reconnaître des environnements relativement peu profonds allant de la zone littorale supérieure (*Amphiope* et *Clypeaster*) passant par la zone infralittorale (Spatangidés, et oursin régulier, *Schizechinus*, *Cidaris*), jusqu'à la zone circalittoral (*Opissaster*). Il s'agit donc d'une faune sublittorale caractéristique d'un climat tropical ou subtropical.

<i>Cidaris</i>	20-30m (intertidal)	Épibenthique	Omnivore	Substrat dure, ou meubles, rocheux, patches coralliens à l'intérieur des herbiers, algues
<i>Psammechinus</i>	4 et 100 m de profondeur	Épibenthique	Omnivore	algues et de petits invertébrés
<i>Schizechinus</i>	Jusqu'à 25m	Épibenthique	Herbivore (algues)	Substrat dure, crevasses, algues
<i>Oligophyma</i>	Jusqu'à 25m	Épibenthique	Herbivore (algues)	Substrat dure, crevasses, algues
<i>Schizaster</i>	4-900m (Abondance 20-70m)	Endofaune (25cm)	Détritivore	Marnes sableuses, vases
<i>Sardospatangus</i>	15-900m (abondance 20-40m)	Endofaune superficielle, semi enfoui	Détritivore	Sables, vases, sables coquilliers
<i>Brissus</i>	0-250m	Endofaune (20cm)	Détritivore	Herbier algues bancs rocheux
<i>Brissopsis</i>	5-2845m (Circalittoral, bathyal)	Endofaune (2-10cm)	Détritivore	Fonds meubles vaseux
<i>Echinocardium</i>	Infralittoral	Endofaune (0-15cm)	Détritivore	Cotes sableuses
<i>Opissaster</i>	12-200m Circalittoral Plateforme externe jusqu'à 715m	Endofaune profonde +20cm	Détritivore	Fonds vaseux
<i>Schizobrissus</i>	1-40m jusqu'à 200m	Endofaune (4cm)	Dépositivore sélectif	Fonds sableux sable grossier ou gravier coquillier
<i>Echinolampas</i>	10-50m	Épibenthiques Semi enfoui	Dépositivore	Substrat dure sableux
<i>Plagiobrissus (Rhabdobrissus)</i>	250à 200m	Endobenthique superficiel	Détritivore	Fond sablo-vaseux
<i>Hypsoclypus</i>	120-800m	Épifaune	Dépositivore	Calcaires à grains fins Milieux peu profonds, sableux
<i>Clypeaster</i>	Littoral 7 à 10M jusqu'à 500m	Épibenthique (forme haute) Semi enfoui (forme plate)	Dépositivore, Laboueurs	Sables, milieux algaire
<i>Amphiope</i>	Littoral	Épibenthique Semi enfoui	Dépositivore	Cotes sableuses

Tableau 41: tableau récapitulatif de la paléoécologie des échinides de la région d'étude.

Sur le plan paléobiogéographique la faune des échinides néogène de l'Oranie semble être influencée d'une part par celle de la parathétys (Tab. 41, B) et d'autre part par la faune de l'Atlantique ouest (Tab. 41, C), certains taxons de ces deux régions du Miocène inférieur et moyen se sont retrouvés dans le bassin méditerranéen durant le Miocène moyen et supérieur, (Tab. 41, A) cette répartition paléobiogéographique est résumée dans le tableau 41, suivant les travaux de [Lackhem](#) et [Roman \(1995\)](#) ; [Philippe \(1998\)](#) ; [Kroh \(2005\)](#) et [Pereira \(2010\)](#).

Les échinides constituent un important patrimoine paléontologique, non seulement pour l'Algérie mais aussi bien pour l'ensemble du bassin méditerranéen, leur révision est juste à son début, pour cela il est impératif :

- de préserver les sites géologiques existant et de les répertorier d'une façon officielle ;
- de constituer des collections paléontologiques des échinides à travers les institutions publiques et universitaires spécialisées ;
- revalorisation des collections existantes via des plateformes numériques, et faciliter l'accès aux chercheurs ;
- travailler en collaboration avec les spécialistes autour du bassin méditerranéen.

Références bibliographiques

Agassiz L. (1837) — Prodrome d'une monographie des radiaires ou Echinodermes. *AnnAles de Sciences naturelles, zoologie.* (2), 7.

Agassiz L. (1841) — Monographies d'échinodermes vivants et fossiles. Des scutelles. L. Agassiz, Neuchâtel, 2(6), 151pp.

Agassiz, A. (1863) — List of the echinoderms sent to different institutions in exchange for other specimens. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 1(2): 17-28.

Agassiz, A. (1869) — Preliminary report Echini, deep water Florida Straits. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 1(9): 253-308.

Agassiz, A. (1872-1874) — Revision of the Echini. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, 3: 383-762.

Agassiz, A. (1878) — Reports on the results of dredging in the Gulf of Mexico by the U.S. Coast Survey Steamer "Blake". Report on the Echini. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 5(9): 185-196.

Agassiz, A. (1880) — Preliminary report on the echini. Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Caribbean Sea in 1878-1879, and along the Atlantic Coast of the United States during the summer of 1880, by the U.S. Coast Survey Steamer "Blake". *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard*, 8(2): 69-84.

Agassiz, A. (1883) — Reports on the results of dredging in the Gulf of Mexico (1877-78) in the Caribbean Sea (1878-79) and along the Atlantic Coast of the United States (1880) by the U.S. Coast Survey steamer "Blake". Report on the Echini. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, 10(1): 126pp.

Agassiz, A. (1904) — The panamic deep sea Echini. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, 31: 243p.

Agassiz, A., Clark, H.L. (1907) — Preliminary report on the Echini collected 1906, from May to December, among the Aleutian Islands, in Bering Sea, and along the coasts of Kamchatka, Saghalin, Korea, and Japan, by U.S. Fish Commission steamer "Albatross", in charge of Lieut.-Commander L. M. Garrett, U.S.N., commanding. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, 51(3): 107-139.

Agassiz, L. (1835) — Prodrome d'une monographie des radiaires ou Echinodermes. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, 1: 168-199.

Agassiz, L. (1838) — Monographies d'Échinodermes vivants et fossiles. Échinites. Famille des Cidarides. Première Monographie. Des Salénies. L. Agassiz, Neuchâtel : 32 pp..

Agassiz, L. (1840) —Catalogus systematicus Ectyporum Echinodermatum fossilium Musei Neocomiensis, secundum ordinem zoologicum dispositus; adjectis synonymis recentioribus, nec non stratis et locis in quibus reperiuntur. Sequuntur characteres diagnostici generum novorum vel minus cognitorum. Olivier Petitpierre, Neuchâtel: 20 pp.

- Agassiz, L., Desor, P.J.E. (1847)** — Catalogue raisonné des espèces, des genres, et des familles d'échinides. — *Annales des Sciences Naturelles, Troisième Série, Zoologie*, 7: 129-168.
- Aldrovandi, U. (1599)** — Musaeum Metalicum. Giovanni Battista Ferroni, Bologna, 979 pp.
- Alexander, D.E., Ghiold, J. (1980)** — The Functional Significance of the Lunules in the Sand Dollar, *Mellita Quinquiesperforata*. *Biological Bulletin*, 159(3):561–570.
- Ali, M.S.M. (1983)** — The paleogeographical distribution of *Clypeaster* (Echinoidea) during the Cenozoic Era. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 1983(8): 449-464.
- Aller, R.C. (1982)** — The effects of macro benthos on chemical properties of marine sediment and overlying water. In McCall PL Tevesz MJS (eds) Animal-sediment relation. The biogenic alteration of sediments. Plenum Press, New York, pp 54-201.
- Arambourg, C. (1927)** — Les poissons fossiles d'Oran. *Matatéraux pour la Carte géologique d'Algérie, Paléontologie*, 6: 291 pp.
- Archiac, E., Haime, J. (1853)** — Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde. Gide and J. Baudry, Paris 373p.
- Bak, R.P.M. (1990)** — Patterns of echinoid bioerosion in two Pacific coral reef lagoons. *Marine Ecology Progress Series*, 66: 267–272.
- Barnes, D.K.A., Brockington, S. (2003)** — Zoobenthic biodiversity, biomass and abundance at Adelaide Island, Antarctica. *Marine Ecology Progress Series*, 249: 145–155.
- Barras, C.G., (2008)** — Morphological innovation associated with the expansion of atelostomate irregular echinoids into fine-grained sediments during the Jurassic. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 263: 44–77.
- Bather, F.A. (1904)** — Eocene Echinoids from Sokoto. *Geological Magazine*, 481: 292-304.
- Baudrimont, R., Degiovanni, G. (1974)** — Interprétation paléoécologique des Diatomites du Miocène supérieur de l'Algérie occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie des sciences, Paris*, 279: 1337-1340.
- Baumiller, T.K., Mooi, R., Messing, C.G. (2008)** — Urchins in the meadow: paleobiological and evolutionary implications of cidaroid predation on crinoids. *Paleobiology*, 34: 22–34.
- Beckvar, N., Kidwell, S. (1988)** — Hiatal shell concentrations, sequence analysis and sealevel history of a Pleistocene costal alluvial fan, Punta Chueca Sonora. *Lethaia*, 21: 257-270.
- Belaústegui, Z., Nebelsick, J.H., de Gibert, J.M., Domènech, R., Martinell, J. (2012)** — A taphonomic approach to the genetic interpretation of clypeasteroid accumulations from Tarragona (Miocene, NE Spain). *Lethaia*, 45: 548–565.

Belhadji, A., Belkebir, L., Saint Martin, J.P., Mansour, B., Bessedik, M., Conesa, G.,(2008) — Apports des foraminifères planctoniques à la biostratigraphie du Miocène supérieur et du Pliocène de Djebel Diss (basin du Chélif, Algérie). *Geodiversitas*30 (1), 79–96.

Belkebir, L & Bessedik, M (1991) —Essai de synthèse biostratigraphique du Miocène post et synchro-nappes en Oranie (Tafna, Bas Chélif). 2e Sém. " Géologie Pétrolifère ", Boumerdes,32-34.

Belkebir, L, Bessedik, M., Aiveur-Chehbeur, A, & Anglada, R, (1996) — Le Miocène des bassins nord-occidentaux d'Algérie : biostratigraphie et eustatisme. *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud: Actes Colloques Angers 1994*,553-561 , 3 fig; Pau, June 29, 1996. - ISSN: 0181 0901. ISBN: 2-901026-419.

Belkercha, M., Yacef, F., Ferré, B., Bendella, M., Bensalah, M., Villier, L., Zaagane, M. (2023) —Redescription of *Schizobrissus mauritanicus* Pomel, 1885, on the basis of new topotypic material from the Lower Miocene of the Oran region (northwestern Algeria). *Italian Journal of Geosciences*, 142(3): 411-425.

Bell, F.J. (1880) — On *Palaeolampas*, a new genus of the Echinoidea. *Proceedings of the Zoological Society, London*, 4: 43-49.

Bell, F.J.(1879-1897) — Observations on the Characters of the Echinoidea. The Magdalen College Records, Oxford.

Bennett, K., Young, C.M., Emlet, R.B., (2012) —Larval development and metamorphosis of the deep-sea cidaroid urchin *Cidaris blakei*. *Biological Bulletin*, 222 : 105–117.

Bernard, F. (1895) — Liste des Echinides recueillis pendant les croisières du Travailleur et du Talisman. *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle Paris*, 1(8) : 207-209.

Bessedik, M. & Belkebir, L (1985) — Présence du Miocène moyen et supérieur dans la série de la Pointe de Canastel (Oran, Algérie). - *Géol. Médit.*, Marseille, 12 & 13, 314,147-154.

Bittner, A. (1892) — Über Echiniden des Tertiärs von Australien. *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften. Mathematischen - Naturwissenschaften Classe*, 101 (1): 331-371.

Blainville, H.M.D. de (1834) — Manuel d'actinologie ou de zoophytologie. F. G. LevraultF. G. Levrault, Paris: 644 pp.

Blondel, T., Philippe, M. (1992) — Les échinides du Burdigalien terminal - Langhien de Tunisie. *Revue de Paléobiologie, Genève*, 11(2): 433-446.

Blumenbach, J.F. (1779) —Handbuch der Naturgeschichte. Göttingen: Johann Christian Dieterich: 448 pp.

- Bobies, C.A. (1928)** — Das Gaadener Becken. Ein Beitrag zur jüngsten Geschichte des Kalkalpenrandes bei Wien.. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, 19(1926): 41-78.
- Boggild, G.R., Rose, E.P.F. (1984)** — Mid-Tertiary echinoid biofacies as palaeoenvironmental indices. *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, 32 : 57-67.
- Borghi, E. (1993)** — Nuove acquisizioni relative a : *Schizechinus serialis* Pomel, 1887. Echinodermi fossili emiliani – II. *Bollettino de la Società Reggiana Scienze naturali*, 13(2): 1-11.
- Borghi, E., Ciappelli, F. (2014)** — Prima segnalazione del genere *Hypsoclypus* (Echinoidea) nel Pliocene italiano. *Notiziario della Società Reggiana di Scienze Naturali*, 2013–2014: 9–18.
- Borghi, E., Frediani, P. (2014)** — Nuovo ritrovamento di Faorina (Echinoidea) nel Miocene del Piemonte. *Notiziario della Società Reggiana di Scienze Naturali*, 2013–2014: 29–34.
- Boucart, J., Zbyzewski, G. (1940)** — La faune de Cacela en Algarve (Portugal). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa*, 21: 3-60.
- Boulaine, J. & Perrodon, A. (1957)** — Carte géologique de l'Algérie 1/50 000, feuille Saint Denis du Sig, 182, 2 éd.
- Brattström, H. (1941)** — Studien über die Echinodermen des Gebietes zwischen Skagerrak und Ostsee, besonders des Öresundes, mit einer Übersicht über die physische Geographie. *Undersökningar över Öresund*, 27: 1-329.
- Breynius, J.P. (1732)** —Dissertatio physica de Polythalamiis, nova testaceorum classe, cui quædam præmittuntur de methodo testacea in classes et genera distribuendi. Huic adjicitur commentariuncula de Belemnitis prussicis; tandemque schediasma de Echinis methodice disponendis. Cum figuris. Corneloium & Beughem, Gedani: 64 pp.
- Bromely, R.G., Jensen, M., Asgaard, U. (1995)** — Spatangoid echinoids: deep-tier trace fossils and chemosymbiosis. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* , 195: 25–35.
- Bronn, H.G. (1860)** —Die Klassen und Ordnungen der Strahlenthiere (Actinozoa) wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild: Klassen und Ordnungen der Thier-Reichs 2:1-434.
- Brosseau, O., Murienne, J., Pichon, D., Vidal, N., Eléaume, M., Ameziane, N. (2012)** — Phylogeny of Cidaroida (Echinodermata: Echinoidea) based on mitochondrial and nuclear markers. *Organisms Diversity and Evolution*, 12: 155–165.
- Bruguère J.G. (1789-1792)** — Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle des animaux. Panckoucke, Paris. 809 pp.

- Buchanan, J.B. (1966)** — The biology of *Echinocardium cordatum* (Echinodermata: Spatangoidea) from different habitats. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 46: 97-114.
- Carrière, G., (1889)** — Études stratigraphiques concernant le département d'Oran. Association Française pour l'Avancement des Sciences, Congrès de Paris: 390-403.
- Challis, G.R. (1979)** — Miocene echinoid biofacies of the Maltese Islands. *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, tome H-S 1: 253–262.
- Challis, G.R. (1980)** — Palaeoecology and Taxonomy of Mid- Tertiary Maltese echinoids. unpublished Ph. D. Thesis, Department of Geology, Bedford College, University of London, 401 pp.
- Chao, S.M. (2000)** — The irregular sea urchins (Echinodermata: Echinoidea) from Taiwan, with descriptions of six new records. *Zoological Studies*, 39: 250-265.
- Chavanon, S. (1974)** — L'approche statistique dans l'interprétation de la systématique de l'évolution et de la paléoécologie des Échinides des formations du Cénozoïque Bordelais. *Mémoires de l'Institut de Géologie du bassin d'Aquitaine*, 6(1-2): 1-457.
- Checchia-rispoli, G. (1925)** — Illustrazione dei Clipeastri miocenici della Calabria seguita da uno studio sulla morfologia interna e sulla classificazione dei Clipeastri. *Memorie descrittive della carta geologica d'Italia*, 9(3): 1-75.
- Chesher, R.H. (1968)** — The systematics of sympatric species in West Indian spatangoids: a revision of the genera *Brissopsis*, *Plethotaenia*, and *Saviniaster*. *Studies in Tropical Oceanography*, 7: 1-168.
- Chesher, R.H. (1970)** — Evolution in the Genus *Meoma* (Echinoidea: Spatangoidea) and a Description of a New Species from Panama. *Bulletin of Marine Science*, 20(3): 731-761.
- Chia, F.S. (1969)** — Some observations on the locomotion and feeding of the sand dollar *Dendraster excentricus* (Eschscholtz). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 3: 162–170.
- Choffat, P. (1950).** — Géologie du Cénozoïque du Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa*, 30, suplemento: 182 pp.
- Clark H.L. (1925)** — A catalogue of the recent sea urchins (Echinoidea) in the collection of the British Museum (Natural History). Oxford Univ. Press, London, 250 pp.
- Clark, H.L. (1940)** — A revision of the keyhole urchins (*Mellita*). *Proceedings of the United States National Museum*, 89, 435-444.
- Clark, H.L. (1933)** — A handbook of littoral echinoderms of Porto Rico and the other West Indian islands. Scientific Survey of Porto Rico Virgin Islands, 16: 3-147.

Clark, H.L. (1942) — The echinoderm fauna of Bermuda. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, Harvard, 89: 367-391.

Claus, C.F.W. (1880) — Grundzüge der Zoologie., pp., N. G. Elwert'sche Universitätsbuchhandlung Marburg & Leipzig, 4th ed. vol. 1: 821, vol. 2: 522 pp(1254).

Comaschi Caria, I. (1955) — Il Sottogenere *Amphiope* in Sardegna. *Bolletino della Società Geologica Italiana*, 74: 183-194.

Comaschi Caria, I. (1972) — The Miocene echinoids of Sardinia. Fossataro, Cagliari:96 pp..

Cooke, C. W. (1957) — Echinoids [annotated bibliography]. In Hedgpeth, J.W. (ed) *Treatise on marine ecology and paleoecology: Geological Society Of America Memoirs*, 67: 1191-1192.

Cotteau G. & Egozcue Y Cia, J. (1897) — Descripción de los equinoides fosiles de la Isla de Cuba. *Boletín de la Comisión del Mapa geológico*, 22 :1-99.

Cotteau G. (1863) — Echinides fossiles des Pyrénées. F. Savy, Paris: 1-160.

Cotteau G. (1875) — Description des Echinides tertiaires des îles St-Barthélemy et Anguilla. *Kungliga Svenska vetenskapsakademiens handlingar*, 13(6): 47 pp.

Cotteau G. (1877) — Description des Echinides de la colonie du Garumnien. *Annales des Sciences géologiques*, 9 : 55-72.

Cotteau G. (1880) —Description des Échinides tertiaires de la Belgique. *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, 43: 3-90.²

Cotteau G. (1885) — Echinides nouveaux ou peu connus. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 9: 328-342.

Cotteau G. (1887) — Echinides nouveaux ou peu connus. *Bulletin de la Société. Zoologique de France*, 12: 627-639.

Cotteau, G. (1862) — Echinides nouveaux ou peu connus. *Revue et Magasin de Zoologie*, 18p.

Cotteau, G. (1885-1889) — Terrain Tertiaire, Tome I. Échinides Éocènes. Familles des Spatangidées, des Brissidées, des Échinonéidées et des Cassidulidées (pars). – Paléontologie Française ou description des fossiles de la France. Paris (G. Masson).

Cotteau, G. (1889) — Echinides recueillis dans la province d'Aragon (Espagne) par M. Maurice Gourdon. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, 8(1): 60p.

Cotteau, G. (1889-1894) — Terrain Tertiaire, Tome II. Échinides Éocènes. Familles des Cassidulidées (pars), Conoclypéidées, Clypéasteroidées, Scutellidées, Scutellinidées, Fibularidées et les Échinides réguliers. – Paléontologie Française ou description des fossiles de la France. Paris (G. Masson).

Cotteau, G. (1895) — Description des Echinides recueillis par M. Lovisato dans le Miocène de la Sardaigne. *Mémoire de la Société Géologique de France, Paléontologie*, 13: 56pp.

Cotteau, G., Péron, A., Gauthier, V. (1891) — Échinides fossiles de l'Algérie, 10e fasc., Étages Miocène et Pliocène. G. Masson, Paris: 273 pp.

Cotteau, G., Triger, J. (1855-1869) — Echinides fossiles du département de la Sarthe, considérés du point de vue zoologique et stratigraphique. Ed. Baillière, Paris: 457 pp.

Cotter, J.C.B. (1956) — O Miocénico Marinho de Lisboa. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa*, 36, supl.: 170 pp.

Cottreau, J. (1913) — Les Échinides néogènes du Bassin Méditerranéen. *Annales de l'Institut Océanographique Monaco* 6(3): 1-192.

Cram, D.L. (1970) — A suggested origine of the cold surface water in central False Bay. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 39: 129-137.

Cram, D.L. (1971) -- Life history studies on South African echinoids (Echinodermata). 2. *Echinolampas {Palaeolampas} crassa* (Bell) (Echinotampadidae). *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 39(3): 339-352.

Cuvier, G. (1829) — Le règne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée. Fortin Masson & Co., Paris.

Dartevelle, E. (1940) — Les « rotules » de la côte occidentale d'Afrique. *Bulletin des séances de l'Institut Royal Colonial Belge*, 1(1): 175-199.

David, B., Choné, T., Mooi, R., de Ridder, C. (2005) — Antarctic Echinoidea. In Wäagele, J.W., Sieg, J. (eds) Synopsis of the Antarctic Benthos, Volume 10. *Theses Zoologicae*, 35: 1–275.

Davila, P.F. (1767) — Catalogue systématique et raisonné des curiosités de la nature et de l'art, qui composent le cabinet de M. Davila. Briasson, Paris: 570 pp.

De Loriol, P. (1896) — Description des Échinodermes Tertiaires de Portugal. Accompagnée d'un Tableau Stratigraphique par J. C. Berkeley Cotter. Direction des Travaux Géologiques du Portugal, Lisbonne: 50 pp.

De Ridder, C., Lawrence, J.M., (1982) — Food and Feeding Mechanisms: Echinoidea. In Jangoux, M., Lawrence, J.M. (Eds.), Echinoderm Nutrition. A.A. Balkema, Rotterdam:499–519.

de Serres, M. (1829) — Géognosie des terrains tertiaires, ou, tableau des principaux animaux invertébrés des terrains marins tertiaires, du Midi de la France. Pomathio-Durville, Paris: 276 pp.

Defrance, M.J.L. (1825) — *In de Blainville (ed.)* Dictionnaire des Sciences naturelles par plusieurs professeurs du Jardin du Roi et des principales Ecoles de Paris, 37: 559 pp.

Des Moulins, C. (1835) — Études sur les Echinides fossiles. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 7: 88 pp.

Des Moulins, C. (1837) — Troisième Mémoire sur les Échinides. Synonymie générale. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 9(6): 45–364.

Des Moulins, C. (1869) — Spécification et noms légitimes de six Échinolampes. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 27: 309-322.

Descote, P.-Y. (2011) — Relations architecturales, faciologiques et diagenétiques des carbonates bioclastiques du bassin Miocène rhodano-provençal (SE France). Stratigraphie. Thèse de doctorat, Mines ParisTech, 147 pp.

Deshayes, G. P. (1845-1848). Exploration scientifique de l'Algérie. Histoire naturelle des Mollusques. Tome premier. Mollusques Acéphalés. Imprimerie Royale, Paris: 609 pp.

Desio, A. (1929) — La Paleontologia (Molluschi – Echini – Arthropodi). Estratto dai risultati scientifica della missione alla oase di Giarabub (1926-27). *Reale Società Geografica Italiana*, 7(3): 1-441.

Desor E. (1842) — Des Galerites. In Agassiz L. Monographies d'Echinodermes vivants et fossiles, 3. Neuchâtel: 94p..

Desor, E. (1852) — Notice sur les échinides du terrain nummulitique des Alpes, avec les diagnoses et plusieurs espèces et genres nouveaux *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 38: 270-279.

Desor, E. (1855-1858) — Synopsis des échinides fossiles. Reinwald, Paris: 490 pp.

Despois, J., Pouquet, J. (1952) — Les Monts du Tessala (Chaînes sud-telliennes d'Oranie). *Revue de géographie alpine*, 40(4): 691-694.

Döderlein, L. (1906) — Die Echinoiden der Deutschen Tiefsee- Expedition. In Chun, C. (ed.): Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer « Valdivia » 1898-1899. Gustav Fischer, Jena, 5(2): 61-290().

Dollfus, G., Cotter, J.C.B., Gomes, J. (1903-04). — Mollusques tertiaires du Portugal. Planches de Céphalopodes, Gastéropodes et Pélécy-podes laissées par F. A. Pereira Da Costa accompagnées d'une explication sommaire et d'une esquisse géologique. *Memórias da Comissão dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa*, 187: 120 pp.

Dollfus, R.-P., Roman, J. (1981) — Les Échinides de la mer Rouge. – ministère des Universités, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Mémoires de la Section des *Sciences* 9: 1-145.

Donovan, S.K. (1991) — The Taphonomy of Echinoderms: Calcareous Multi-Element Skeletons in the Marine Environment. In Donovan, S.K. (Ed.) *The Processes of Fossilisation*. Belhaven Press, London: 241–269.

- Doumergue, F., (1922)** — Carte géologique de l'Algérie 1/50 000, feuille Arbal.
- Düben, M. W. von & Koren, J. (1846)** — Öfversigt af Skandinavien Echinodermer [Overview of Scandinavian Echinodermata]. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar 1844. 229-328, plates VI-XI page(s): 280-283; pl. 10: figs 47-49.
- Düben, M.W. (1844)** — Norriges Hafs-fauna. *Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-akademiens förhandlingar*,1: 110-116.
- Duchassaing, M. (1847)** — Essai sur la constitution géologique de la partie basse de la Guadeloupe, dite la Grande-Terre. *Bulletin de la Société géologique de France*, 4: 1093-1100.
- Dujardin, M.F., Hupé, M.H. (1862)** — Histoire naturelle des zoophytes échinodermes. Roret, Paris: 627 pp.
- Durham, J.W. (1955)** — Classification of clypeasteroid echinoids. *California University Publications in Geological Science*, 31(4): 73-198.
- Durham, J.W. (1966b)** — Ecology and palaeoecology. In Moore, R. C. (ed) Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U. Echinodermata 3(1). Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas: U 257-U 266.
- Durham, J.W. 1966a.** Echinoidea – phylogeny and evolution. In R.C. Moore (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part U, Echinodermata, 3(1). Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas: U266–U269.
- Edmunds, P.J., Carpenter, R.C., (2001)** — Recovery of *Diadema antillarum* reduces macroalgal cover and increases abundance of juvenile corals on a Caribbean reef. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98: 5067–5071.
- Ernst, G. (1973a)** — Aktuopaläontologie und Merkmalsvariabilität bei mediterranen Echiniden und Rückschlüsse auf die Ökologie und Artumgrenzung fossiler Formen. *Paläontologische Zeitschrift*, 47(3-4): 188-216.
- Ernst, G. (1973b)** — Evolution und ökologische Varianz bei fossilen Echiniden. *Aufsätze und Reden der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 24: 83-102.
- Eschscholtz J. F. (1831)** — Zoologischer Atlas - Beschreibungen neuer Tierarten, während des Flottcapitains von Kotzebue zweiter Reise um die Welt, auf der Russisch-Kaiserlichen Kriegsschiff Predpriaetië in den Jahren 1823-1826. G. Reimer, Berlin: 180pp.
- Faujas de Saint-Fond B. (1799-1803)** — Histoire naturelle de la Montagne de Saint-Pierre de Maestricht. H. J. Jansen, Paris: 263 p.
- Fell, H.B. (1954)** — Tertiary and Recent Echinoidea of New Zealand: Cidaridae. *Paleontological Bulletin of the New Zealand Geological Survey*, 23: 1-62.

- Fell, H.B. (1966)** — Cidaroids. In Moore, R.C. (Ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part U Echinodermata*, 3(2). Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas: U312–U339.
- Fell, H.B., Pawson, D.L. (1966)** — Echinacea. In MOORE, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology, U. Echinodermata*, 3(2), Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas: , U367-U440.
- Ferreira, O.V. (1961)** — Equinídeos do Miocénico de Portugal continental e ilhas adjacentes. *Communications du Service Géologique du Portugal*, 45: 529-564. 17 pls.
- Ferreira, O.V., (1952)** — Os pectinídeos do Miocénico da ilha de Santa Maria (Açores). *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 2(2): 243–258.
- Ferreira, O.V., (1955)** — A fauna Miocénica da ilha de Santa Maria. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 36: 9–44.
- Fischer, A.G. (1966)** — Spatangoids. – In: Moore, R.C. (ed.): *Treatise on Invertebrate Paleontology, U. Echinodermata*, 3(2) Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas:: U543-U628.
- Forbes, E. (1841)** — A history of British starfishes and other animals of the Class Echinodermata. John van Voorst, London: 267 pp.
- Forbes, E. (1852)** — Monograph of the Echinodermata of the British Tertiaries. The Palaeontological Society, London, 36p.
- Forbes, E., Salter, J.W. (1849-1856)** — Figures and descriptions illustrative of British organic remains: *Memoirs of the Geological Survey of the United Kingdom*, Decade 1-6.
- Fourtau, R. (1899)** — Révision des échinides fossiles de l'Égypte. *Mémoires de l'Institut égyptien*, 3(8): 678-681.
- Fourtau, R. (1920)** — Catalogue des Invertébrés fossiles de l'Égypte. Terrains Tertiaires. 2d partie : Échinodermes Néogènes. Geological Survey of Egypt, Palaeontological Series, 4: 100 pp.
- Fox, H.M. (1936)** — Rates of cleavage of sea urchin eggs in different latitudes. *Nature*, 138: 839, 1936.
- Galtsoff, P.S. (1933)** — Pearl and Hermes Reef, Hawaii, Hydrographic and biological observation. *Bernice P. Bishop Museum Bulletin*, 107: 3-49.
- Gasco, F. (1876)** — Descrizione di alcuni Echinodermi nuovi o per la prima trovati nel Mediterraneo. *Rendiconto dell'Accademia delle Scienze Fische e Matematiche*, 15: 32-41.
- Gentil, L. (1903).** — Étude géologique du bassin de la Tafna. *Bulletin du Service de la Carte géologique de l'Algérie*, 4: 425 p.

- Gesner, C. (1565)** — De rerum fossilium, lapidum et gemmarum maximè, figuris & similitudinibus liber : non solùm medicis, sed omnibus rerum naturae ac philologiae studiosis, vtilis et iucundus futurus. Tiguri, Zurich: 596 pp.
- Ghiold, J. (1988)** —Species distributions of irregular echinoids. *Biological Oceanography*, 6: 79-162.
- Ghiold, J., Hoffman, A. (1984)** —Clypeasteroid echinoids and historical biogeography. *Neue Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 9: 529–538.
- Ghiold, J., Hoffman, A. (1986)** —Biogeography and biogeographic history of clypeasteroid echinoids. *Journal of Biogeography*, 13: 183–206.
- Ghiold, J., Hoffman, A. (1989)** — Biogeography of spatangoid echinoids. *Neue Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 178: 59- 83.
- Gignoux, M. (1933)** — Les oursins réguliers fossiles, évolution et classification. *Travaux du Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble*, 17(2): 126 pp.
- Goldfuss, A. (1826a)** — Petrefacta Germaniæ tam ea, quae in Museo Universitatis Regiae Borussicae Fridericiae Wilhelmae Rhenanae servantur quam alia quaecunque in Museis Hoeninghusiano Muensteriano aliisque extant, Iconibus et Descriptionibus illustrata. Arnz & Comp, Düsseldorf, 1(1): 1-76.
- Goldfuss, A. (1826b)** — petrefacta germaniae tam ea, quae in museo universitatis regiae borüssicae fridericiae wilhelmae rhenanae servantur quæavi alia quaecijnqub in museis hoeninghusiano muensteriano aliisque extant, iconibus et descriptionibus illustrata. Arnz & Comp, Düsseldorf, 1(2): 77-164.
- Goodbody, I. (1960)** — The feeding mechanism in the sand dollar *Mellita sexiesperforata* (Leske). *Biological Bulletin*, 119: 80–86.
- Grateloup, J.P.S. (1836)** — Mémoire de géo-zoologie sur les Oursins fossiles, (Échinides), qui se rencontrent dans terrains calcaires des environs de Dax (Département des Landes). *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 8(4): 103-191.
- Gray, J. E. (1825)** — An attempt to divide the Echinida, or sea-eggs, into natural families. *Annals of Philosophy (new series)*, 10: 423-431.
- Gray, J.E. (1835)** — On the Genera distinguishable in *Echinus*. *Proceedings of the Zoological Society, London*, 3: 57-60.
- Gray, J.E. (1851)** — Description of two new genera and some new species of Scutellidae and Echinolampidae in the Collection of the British Museum. *Proceedings of the Zoological Society London*, 19: 34-38, London.

Gray, J.E. (1855) Catalogue of the Recent Echinida, or Sea Eggs, in the Collection of the British Museum. Part I.-Echinida Irregularia. Woodfall & Kinder, London: 69 pp.

Greenstein, B.J. (1991) — An integrated study of echinoid taphonomy: predictions for the fossil record of four echinoid families. *Palaios*, 6: 519–540.

Greenstein, B.J. (1993) — Is the fossil record of regular echinoids so poor? A comparison of living and subfossil assemblages. *Palaios*, 8: 587–601.

Gregory, J.W. (1891) — The Maltese fossil Echinoidea and their evidence on the correlation of the Maltese rocks. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 36: 585-639.

Gregory, J.W. (1898) — A collection of Egyptian fossils Echinoidea. *Geological Magazine*, 5(4): 149-161.

Gregory, J.W. (1900) — The Echinoidea. In Lankester, E.R. A treatise on zoology. Pt 3. The Echinoderma. Adam & Charles Black, London: 282-332.

Gualtieri N. (1742) — Index testarum conchyliorum quae adservantur in Museo Nicolai Gualtieri Philosophi et Medici Collegiati Florentini, Regiae Botanices Florentinae Academiae Socii in Pisano Athenaeo Medicinae Professoris emeriti et methodice exhibentur tabulis CX.

Guillou, J. (1985) — Population dynamics of *Echinocardium cordatum* (Pennant) in the bay of Douarnenez (Brittany). In Keegan, B.F., O'Connor, B.D.S. (eds) Echinodermata. Balkema, Rotterdam: 275-280.

Haeckel, E. (1896) — Systematische Phylogenie der wirbellosen Thiere (Invertebrata). Vol. 2. Georg Reimer Verlag, Berlin: 720 pp.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan P.D. (2001) - PAST— Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologica Electronica*, 4(1): 9 pp.

Hammond, L.S. (1981) — An analysis of grain size modification in biogenic carbonate sediments by deposit-feeding holothurians and echinoids (Echinodermata). *Limnology and Oceanography*, 26: 898–906.

Harvey, E.B. (1956) — The American *Arbacia*, and other sea urchins. Princeton University Press: 298 pp.

Hawkins, H.L. (1913) — The anterior ambulacrum of *Echinocardium cordatum* Penn., and the origin of compound plates in echinoids. *Proceedings of the Zoological Society*, 12: 169-181.

Henderson, R.A. (1975) — Cenozoic Spatangoid Echinoids from New Zealand. *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin*, 46: 1-129.

Hendler, G., Miller, J.E., Pawson, D.L., Kier, P.M. (1995) — Sea Stars, Sea Urchins, and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution Press, Washington DC, 390 pp.

- Higgins, R.C. (1974)** — Observations on the biology of *Apatopygus recens* (Echinoidea: Echinolampadoidea) around New Zealand. *Journal of Zoology*, 173: 505–516.
- Higgins, R.C. (1974)** — Specific status of *Echinocardium cordatum*, *E. australe* and *E. zealandicum* (Echinoidea: Spatangoida) around New Zealand, with comments on the relation of morphological variation to environment. *Journal of Zoology*, 173, 451-475.
- Hoernes, R. (1875)** — Die Fauna des Schlier von Otttang. *Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt*, 25(4): 333-400.
- Hollertz, K. (2002)** — Feeding biology and carbon budget of the sediment-burrowing heart urchin *Brissopsis lyrifera* (Echinoidea: Spatangoida). *Marine Biology*, 140: 959-969.
- Hollertz, K., Duchêne, J.-C. (2001)** — Burrowing behaviour and sediment reworking in the heart urchin *Brissopsis lyrifera* Forbes (Spatangoida). *Marine Biology*, 139: 951-957.
- Hopkins, T.S. (1988)** — A review of the distribution and proposed morphological groupings of extant species of the genus *Clypeaster* in the Caribbean Sea and Gulf of Mexico. In Burke, R.D., Mladenov, P.V., Lambert, P., Parsley, R.L. (eds.) *Echinoderm Biology*. Balkema, Rotterdam: 337–345.
- Imbesi smedile, M. (1958)** — Clipeastri Aquitanian, Elveziani e Tortoniani della Calabria. *Palaeontographia Italica*, 53: 1-47.
- Jackson, R.T. (1912)** — Phylogeny of the Echini, with a revision of Paleozoic species. *Memoirs of the Boston Society of Natural History*, 7: 1-491.
- James, D.B., Pearse, J.S. (1969)** — Echinoderms from the Gulf of Suez and the Northern Red Sea. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 11: 78–12.
- Jensen, M. (1981)** — Morphology and classification of Euechinoidea Bronn, 1860. A cladistic analysis. *Videnskabelige Meddelelser Dansk Naturhistorisk Forening i Kobenhaven*, 143: 7-99.
- Kalabis, V. (1937a)** — Anomalie u největších fosilních ježovek rodu “*Clypeaster*”. Zvláštní otisk časopisu “Příroda”, 30(2): 1-4.
- Kalabis, V. (1938a)** — Über die miozänen *Clypeaster*-Arten des Wiener Beckens. *Věstník Královské České Společnosti Nauk Třída matematicko-přírodovědecká*, 1938: 1-11.
- Kalabis, V. (1949)** — Monografie *Clypeasteru* z Československého Miocénu. Státní geologický ústav Československé republiky. 11(1948): 1-115.
- Kanazawa, K. (1992)** — Adaptation of test shape for burrowing and locomotion in spatangoid echinoids. *Palaeontology*, 35: 733–750.
- Kapounek, J. (1939)** — Geologische Verhältnisse der Umgebung von Eisenstadt. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 87(1938): 49-103.

- Kent, R. (1944)** — Ecological observations on two Puerto-Rican echinoderms, *Melitta lata* and *Astropecten marginatus*: *The Biological Bulletin*, 87: 177-187.
- Kidwell, S.M., Baumiller, T. (1990)** — Experimental disintegration of regular echinoids: roles of temperature, oxygen, and decay thresholds. *Paleobiology*, 16, 247–271.
- Kier, P.M. (1975)** — The echinoids of Carrie Bow cay, Belize. *Smithsonian Contribution to Zoology*, 206: 1–45.
- Kier, P.M. (1977)** — The poor fossil record of the regular echinoid. *Paleobiology*, 3: 168–174.
- Kier, P.M. (1984)** — Fossil spatangoid echinoids of Cuba. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 55: 1–336.
- Kier, P.M., Grant, R.E. (1965)** — Echinoid distribution and habits, Key Largo Coral Reef Preserve, Florida. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 149: 1-68.
- Kier, P.M., Lawson, M.H. (1978)** — Index of living and fossil echinoids 1924-1970. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 34: 1-182.
- Klein, J.T. (1734)** — Naturalis dispositio Echinodermatum: accessit Lucubratiuncula de aculeis echinorum marinarum, cum Spicilegio de belemnitis. Liutteris Schreiberianis, Gedani, 78 p.
- Koch, F.C.L., Dunker, W. (1837)** — Beiträge zur Kenntniss des norddeutschen Oolithgebildes und dessen Versteinerungen. Oehme & Müller, Braunschweig: 72 pp.
- Koch, A. (1885)** — Die alttertiären Echiniden Siebenbürgens. *Mittheilungen aus dem Jahrbuche der kön. ungarische Geologischen Anstalt*, 7(2): 47-132.
- Koehler, J. B .F. R. (1921)** — Échinodermes. Faune de France, 1. P. Lechevalier, Paris: 216 pp.
- Koehler, R. (1909)** — Echinodermes provenant des campagnes du yacht Princesse-Alice (Astéries, Ophiures, Echinides et Crinoïdes). *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert ler Prince Souverain de Monaco*, 34: 1–317.
- Koehler, R. (1914)** — Échinides du Musée Indien à Calcutta. I. Spatangidés. Echinoderma of the Indian Museum. Part 8 - Echinoidea. 258 pp.
- Koninck, L. de. (1842)** — Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain carbonifère de Belgique. H. Dessain, Paris: 716 pp.
- Kotchetoff, B., Kotchetoff, Y., da Veiga Ferreira, O. (1975)** — Contribution à la connaissance des gisements fossilifères miocènes au Nord du Cap d'Espichel. *Comunicacoes dos Servicos Geologicos de Portugal*, 59: 59-106.
- Koukouras, A., Sinis, A.I., Bobori, D., Savas, K., Miltiadis-Spyridon, K. (2007)** — The echinoderm (Deuterostomia) fauna of the Aegean Sea, and comparison with those of the neighbouring seas. *Journal of Biological Research*, 7: 67–92.

- Kowalewski, M., Nebelsick, J.H. (2003)** — Predation on Recent and fossil echinoids. *In* Kelley, P.H., Kowalewski, M., Hansen, T.A. (Eds.) Predator-prey interactions in the fossil record. *Topics in geobiology*, 20: 279-302.
- Kroh, A. (2003)** — Echinoderms of the Karpatian. *In* Brzobohatý, R., Cicha, I.; Kováč, M., Rögl, F. (eds.) The Karpatian – A Lower Miocene Stage of the Central Parathetys. Masaryk University, Brno: 247-256.
- Kroh, A. (2005)** — Catalogus Fossilium Austriae (Band 2. Echinoidea Neogenica). Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien: 220 pp.
- Kroh, A. (2020)** — Phylogeny and classification of echinoids, *In* John M. Lawrence (ed.) Sea Urchins: Biology and Ecology. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 43: 1-17.
- Kroh, A., Menkveld-Gfeller, U. (2006)** — Echinoids from the Belpberg Beds (Obere Meeresmolasse, Middle Burdigalian) in the area of Bern (Switzerland). *Eclologiae Geologicae Helvetiae*, 99: 193–203 .
- Kroh, A., Mooi, R. (2018)** — World Echinoidea Database. *Brissopsis lyrifera* (Forbes, 1841). <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=124373> (visité le -05-09 2018).
- Kroh, A., Smith, A.B. (2010)** — The phylogeny and classification of post Palaeozoic echinoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, 8: 147–212.
- Lackhem, H., Roman, J. (1995)** — Les échinoïdes irréguliers (Néognathostomes et Spatangoides) du Messinien de Melilla (Maroc septentrional). *Annales de Paléontologie*, 81(4): 247-278.
- Lacour, D., Néraudeau, D. (2000)** — Évolution de la diversité des *Brissopsis* (Echinoida, Spatangoida) en Méditerranée depuis la « crise messinienne» : application paléoécologique aux *B. lyrifera* intra gypses de Sorbas (SE Espagne). *Geodiversitas* 22(4): 509-523.
- Lamarck, J.B. (1801)** — Système des animaux sans vertèbres, ou Tableau général des Classes, des Ordres et des Genres de ces Animaux. Deterville, Paris : 432 pp.
- Lamarck, J.B. (1816)** — Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. J.-P. Verdière, Paris, 3: 586 pp.
- Lamarck, J.B. (1840)** — Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, présentant les caractères, généraux et particuliers de ces animaux, leur distribution, leurs classes, leurs familles, leurs genres et la citation synonymique des principales espèces qui s'y rapportent. Radiaires, vers, insectes. J. B. Baillière, Paris, 3 (2d édition): 770 pp.
- Lambert J. (1902)** — Description des Echinides fossiles de la Province de Barcelone. Fascicule 1. *Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie*, 24: 1-58.
- Lambert, J. (1899)** — Echinodermes. *Revue critique de Paléozoologie*, 3:220 pp.

Lambert, J. (1905) — Notes sur quelques Échinides océaniques de l'Aude et de l'Hérault. *In* Doncieux, L., Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. *Annales de l'Université de Lyon, Nouvelle Série, I. Sciences, Médecine*, 17: 129-164.

Lambert, J. (1906) — Description des Échinides de la Province de Barcelone. fascicules 2-3. *Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie*, 24 : 59-128.

Lambert, J. (1907) — Description des échinides fossiles des terrains miocéniques de la Sardaigne. *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 34: 1-72.

Lambert, J. (1909) — Description des échinides fossiles des terrains miocéniques de la Sardaigne. *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 35 (1908): 73-142.

Lambert, J. (1910) — Description des Echinides des terrains néogènes du Bassin du Rhône. *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 37(1): 1-49

Lambert, J. (1911) — Note sur quelques Échinides éocéniques des Corbières septentrionales. *In* Doncieux, L. (ed.) Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. *Annales de l'Université de Lyon, nouvelle série, I. Sciences, Médecine*, 30: 163-199.

Lambert, J. (1913) — Description des échinides des terrains néogènes du bassin Rhône. fascicule 3. *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 39: 105-154.

Lambert, J. (1914) — Notes sur quelques espèces anciennes du genre *Clypeaster*. *Annales de la Société Linnéenne de Lyon*, 61: 11-30.

Lambert, J. (1915) — Description des échinides des terrains néogènes du bassin Rhône. fascicule 4. *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 41: 155-240.

Lambert, J. (1918) — Considérations sur la classification des Échinides Atélostomes. I. Brachygnata et Procassiduloida. *Mémoires de la Société Académique d'Agriculture des Sciences, Arts et Belles-Lettres du Département de l'Aube*, 55: 9-54.

Lambert, J. (1923) — Echinides vivants et fossiles recueillis à Madagascar par M. R. DECARY. *Mémoires de la Société Académique d'Agriculture des Sciences, Arts et Belles-Lettres du Département de l'Aube*, 85: 13-55.

Lambert, J. (1927) — Révision des Échinides fossiles de la Catalogne. *Memorias del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona, Serie Geologica*, 1(1) : 1-102.

Lambert, J. (1928) — Revision des Échinides fossiles de la Catalogne. *Memorias del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona, Serie Geologica*, 1(2): 1-62.

Lambert, J. (1931) — Étude sur les échinides fossiles du Nord de l'Afrique. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 7(2) : 1-108.

Lambert, J. (1932) — Étude sur les échinides fossiles du Nord de l'Afrique. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 7(4): 109-228.

Lambert, J. (1933) — Échinides de Madagascar communiqués par M. H. Besairie. *Annales Géologiques du Service des Mines*, 3: 1-49.

Lambert, J., Thiéry, P. (1909-1925) — Essai de Nomenclature Raisonnée des Échinides. fasc. 1: i-iii, 1-80, pls. 1-2 (March 1909); fasc. 2: 81-160, pls. 3-4 (July 1910); fasc. 3: 161- 240, pls. 5-6 (May 1911); fasc. 4: 241-320, pls. 7-8 (March 1914); fasc. 5: 321-384, pl. 9 (Sept. 1921); fasc. 6-7: 385- 512, pls. 10-11, 14 (Dec. 1924); fasc. 7-8: 513-607, pls. 12, 13, 15 (Feb. 1925), L. Ferrière, Chaumont.

Lane, D.J.W., Marsh, L.M., Vanden Spiegel, D., Rowe, F.W.E. (2000) — Echinoderm fauna of the South China Sea: an inventory and analysis of distribution patterns. *Raffles Bulletin of Zoology, Supplement*, 8: 45–493.

Laube, G.C. (1869) — Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen. *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichsanstalt*, 3(9): 182-184.

Laube, G.C. (1871) — Die Echinoiden der oesterreichischungarischen oberen Tertiaerablagerungen. *Abhandlungen der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichsanstalt*, 5(3): 55-74.

Lawrence, J.M., (1987) — Echinodermata. In Pandian, T., Vernberg, F.J. (Eds.) *Animal Energetics*. Academic Press, Orlando: 229–321.

Lawrence, J.M., Jangoux, M. (2013) — Cidaroids. In Lawrence, J.M. (Ed.) *Sea Urchins: Biology and Ecology*. Academic Press, San Diego, CA: 225–242.

Lemoine. (1939) — les algues calcaires fossiles de l'Algérie : Mat. Carte géol. de l'Algerie, ser. I, Paléont., n°. 9, 128 p., 3 pls., 80 figs.

Lesk, N.G. (1778) – Jacobi Theodori Klein naturalis disposition Echinodermatum. Addimenta ad Kleinii Echinodermata. Officina gleditschiana, Leipzig,: 278 pp.

Leuckart, W. (1858) — Sars. *Nyt. Mag. for Naturvid. Archiv*.

Leymerie, A., Cotteau, G. (1856) — Catalogue des Echinides fossiles des Pyrénées. *Bulletin de la Société géologique de France*, 8: 319-355.

Linnæi, C. (1758) — Systema Naturæ per Regna tria Naturæ, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio Decima, Reformata. Laurentii Salvii, Holmiæ, 1:824 pp..

Linse, K., Walker, L.J., Barnes, D.K.A. (2008) — Biodiversity of echinoids and their epibionts around the Scotia Arc, Antarctica. *Antarctic Science*, 20: 227–244.

Lovén S. (1869) — Note on *Hypnome Sarsii*, a recent Cystidean. *American Journal of Science and Arts*, 48: 429-430.

- Lovén, S. (1874)** — Études sur les échinoïdées. *Kongelige Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, 11: 1-91.
- Lovisato D. (1912)** — *Altre specie nuove di Clypeaster miocenici*. Da Cagliari a Thiesi. *Palaeontographia Italica* Vol. XVIII. Pag. 129-140 [1-12J, Pl. XX-XXII [I-III]].
- Lovisato, D. (1910)** — Una parola sul Clypeasier lovisatoi cotteau e specie nuove dl *Clypeaster* ed *Echinolampas*. *Palaeontographica italiana*, 16: 137-145.
- Lovisato, D. (1911)** — Note di paleontologia miocenica della Sardegna. Specie nuove di.
- Mac Coy, F., (1844)** — Synopsis of Italy Characters of the Carboniferous Limestone Fossils of Ireland, Dublin, p. 164, t. 23, fig. 3.
- Mackey, D.C.G. (1945)** — Notes on the aggregating marine invertebrates of Hawaii. *Ecology*, 26(2): 205-207.
- Madeira, P., Kroh, A., Cordeiro, R., De Frias Martins, A.M., Ávila, S.P. (2019)** —The Echinoderm Fauna of the Azores (NE Atlantic Ocean). *Zootaxa*, 4639(1): 1–231.
- Majcen, T., Mikuž, V., Pohar, V. (1997)** — Okamine v Paleontološki zbirki Laškega Muzeja. *Geološki Zbornik*, 13: 104-118.
- Mancosu, A. and Nebelsick, J. H. (2017)** —Ecomorphological and taphonomic gradients in clypeasteroid-dominated echinoid assemblages along a mixed siliciclastic-carbonate shelf from the early Miocene of northern Sardinia, Italy. *Acta Palaeontologica Polonica*, 62(3): 627–646.
- Mancosu, A., Nebelsick, J.H. (2013)** — Multiple routes to mass accumulations of clypeasteroid echinoids: a comparative analysis of Miocene echinoid beds of Sardinia. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 374: 173–186.
- Mancosu, A., Nebelsick, J.H. (2016)** — Echinoid assemblages from the early Miocene of Funtanazza (Sardinia): A tool for reconstructing depositional environments along a shelf gradient. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 454: 139–160.
- Mancosu, A., Nebelsick, J.H. (2017)** — Palaeoecology and taphonomy of spatangoid-dominated echinoid assemblages: A case study from the Early–Middle Miocene of Sardinia, Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 466: 334–352.
- Mancosu, A., Nebelsick, J.H., Kroh, A., Pillola, G.L. (2015)** — The origin of echinoid shell beds in siliciclastic shelf environments: three examples from the Miocene of Sardinia, Italy. *Lethaia*, 48: 83–99.
- Mansour B, Bessedik M. Saint Martin J-P. Belkebir L. (2008)** — Signification paléoécologique des assemblages de diatomées du Messinien du Dahra sud-

occidental (bassin du Chélif, Algérie nord-occidentale). *Geodiversity* 30(1): 117–139 (annexes available on: www.geodiversitas.com).

Marcopoulou-Diacantoni, A. (1967) — La faune des échinides néogènes des Pays helléniques. *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, 18: 331-406.

Marcopoulou-Diacantoni, A. (1985) — The Morphology and evolution of the genus *Clypeaster* (Echinoidea, Clypeasteroidea). Monography Univ. Thessaloniki, 23(36): 257 pp.

Margara, J. (1946) — Existence de zoothylacies chez les Clypéastres (Echinodermes) de l'Helvétien du Proche-Orient. *Bulletins du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 18(5): 423-427.

Markov, A.V., Solovjev, A.N. (2001) — Echinoids of the family Paleopneustidae (Echinoidea, Spatangoida): morphology, taxonomy, phylogeny. *Geos*, 2001: 1-109.

Martens, E.C.v. (1869) — Seesterne und Seeigel von Sancibar. In C.C.v.d. Decken (Ed.), *Reisen in Ost-Afrika in 1859-61..C.F.Winter'sche Verlagshandlung, Leipzig & Heidelberg*, 3(1): 169 pp.

McNamara, K.J., Kendrick, G.W. (1994) — Cenozoic molluscs and echinoids of Barrow Island, Western Australia. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, 51: 1-50.

McNamara, K.J., Philip, G.M. (1980a) — Living Australian schizasterid echinoids. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 104 (1979): 127-146.

McNamara, K.J., Philip, G.M. (1980b) — Tertiary species of *Echinolampas* (Echinoidea) from southern Australia. *Memoirs of the National Museum of Victoria*, 41: 1-14.

Mecho, A., Billett, D.S.M., Ramírez-Llodra, E., Aguzzi, J., Tyler, P.A., Company, J.B. (2014) — First records, rediscovery, and compilation of deep-sea echinoderms in the middle and lower continental slope of the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 78: 281–302.

Meissner, M. (1903) — Echinoderma (Stachelhäuter). In H.G. Bronn (ed.) *Die Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs. G. Systematik*, 2(3): 1321-1413.

Menesini, E. (1979a) — Echinidi fossili dell'Arcipelago Maltese. I. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie A*, 86: 51-64.

Menesini, E. (1979b) — Maltese Fossil Echinoids. *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, H-S 2: 799- 806.

Mercier, J. (1932) — Études sur les Echinides du Bathonien de la bordure occidentale du bassin de Paris. *Mémoires de la Société linnéenne De Normandie, Géologie*, 2: 273 pp.

Meznerics, I. (1941) — Neue Stachelhäuter (Echinodermen) aus dem Miocän Ungarns. — *Annales Musei Nationalis Hungarici, Pars Mineralogica, Geologica et Palaeontologica* **34** : 83-96, 3 pls., Budapest.

Michelin, H. (1851) — Description de quelques nouvelles espèces d'Échinides. *Revue et Magazine de Zoologie*, 2: 90-93 p.

Mikuž, V., Mitrović-Petrović, J. (2001) — Miocenski morski ježki iz okolice Šentilja v Slovenskih Goricah. 1. Clypeasteridae. – Razprave IV. Razreda Sazu Dissertationes 42(1): 47-77.

Mironov, A.N. (2006) — Echinoids from seamounts of the north-eastern Atlantic, onshore/offshore gradients in species distribution. In Mironov, A.N., Gebruk, A.V., Southward, A.J. (Eds) Biogeography of the North Atlantic Seamounts. KMK Scientific Press, Russian Academy of Sciences, P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow: 96–133.

Miskelly, A. (2002) — Sea Urchins of Australia and Indopacific. Capricornica Publications, Sydney: 180 pp.

Mitrović-Petrović, J. (1969) — Les Echinides du Miocène moyen dans la Bosnie septentrionale (La vallée de la Save en Bosnie). [en Serbo-Croate avec un résumé en Français] –*Acta Geologica*, 6: 113-146.

Moissette, P. (1985) — Encrusting Bryozoans from two Messinian coral reefs of western Algeria. In Nielsen C. & Larwood G.P. (Eds) Bryozoa: Ordovician to Recent. Olsen & Olsen, Fredensborg: 205-212.

Moissette, P. (1988) — Faunes de Bryozoaires du Messinien d'Algérie occidentale. *Travaux et Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon*, 102 : 351 pp.

Moissette, P., (1984) — Les faunes de Bryozoaires du Messinien d'Oranie (Algérie occidentale). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 7: 321-324.

Molina, G.I. (1782) — Saggio sulla storia naturale del Chili. 4, Animali del Chili. S. Tommaso d'Aquino, Bologna: 367 pp..

Mongiardino Koch, N., Coppard, S.E., Lessios, H.A., Briggs, D.E.G., Mooi, R., Rouse, G W. (2018). — A phylogenomic resolution of the sea urchin tree of life. *BMC Evolutionary Biology*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12862-018-1300-4>.

Mongiardino Koch, N., Thompson, J.R., (2020) — A Total-Evidence Dated Phylogeny of Echinoidea Combining Phylogenomic and Paleontological Data. *Systematic Biology*, 70(3): 421-439.

Montenat, C., Roman, J. (1970) — Échinides Néogènes d'Espagne (Provinces d'Alicante et de Murcie). *Annales de Paléontologie (Invertébrés)*, 56(1): 89-138.

Montenat, C. (1977) — Les bassins néogènes du Levant d'Alicante et de Murcia (Cordillères bétiques orientales - Espagne) : stratigraphie, paléogéographie et évolution dynamique. *Travaux et Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon*, 69: 345 pp.

Mooi, R. (1986) — Non-respiratory podia of clypeasteroids (Echinodermata, Echinoids). *Zoomorphology*, 106: 75-90.

- Mooi, R. (1989)** — Living and fossil genera of the Clypeasteroidea (Echinoidea: Echinodermata): an illustrated key and annotated checklist. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 488: 1–51.
- Mooi, R. (1990a)** — Paedomorphosis, Aristotle's lantern, and the origin of the sand dollars (Echinodermata; Clypeasteroidea). *Paleobiology*, 16(1): 25–48.
- Mooi, R. (1990b)** — Living cassiduloids (Echinodermata: Echinoidea): A key and annotated list. *Proceedings of the Biological Society Washington*, 103 (1): 63-85.
- Mooi, R. (1990c)** — A new “living fossil” echinoid (Echinodermata) and the ecology and paleobiology of Caribbean echinolampadoids. *Bulletin of Marine Science*, 46: 688-700.
- Moore H.B. (1936)** — The biology of *Echinocardium cordatum*. Marine Biol. Assoc. Plymouth Jour., vol.20, p.655-372, 5 fig., 2 pl.
- Moore, H.B. (1933)** — A comparison of the sand fauna of Port Erin bay in 1900 and 1933. *Journal of Molluscan Studies*, 20(6): 285-294.
- Moore, H.B. (1937)** — A Comparison of the Biology of *Echinus esculentus* in different Habitats. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 21(2): 711-719.
- Moret L. (1940)** — Manuel de Paléontologie animale. Masson & Cie, Paris,. 675 pp.
- Mortensen, T. (1903)**. *Chaetodiadema granulatum* n. g., n. sp., a new diadematid from the Gulf of Siam. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening i København*, 5: 1-4.
- Mortensen, T. (1912)** — Echinological Notes IV. On natural hybrids of Echinoderms. *Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn*, 63: 58-66.
- Mortensen, T. (1913)** — Die Echinoiden des Mittelmeeres. Eine revidierte Übersicht der im Mittelmeere lebenden Echiniden, mit Bemerkungen über neue oder weniger bekannte Formen. *Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel*. 21: 1-39
- Mortensen, T. (1921)** — Echinoderms of New Zealand and the Auckland-Campbell Islands 1. Echinoidea. In: Mortensen, T. (Ed.) Papers from Dr Th. Mortensen's Pacific Expedition 1914–16. *Videnskabelige Meddelelser Dansk Naturhistorisk Forening i Kobenhaven*, 72: 139–197.
- Mortensen, T. (1928)** — A Monograph of the Echinoidea. I. Cidaroidea. C.A. Reitzel, Copenhagen, 551 pp.
- Mortensen, T. (1948a)** — A Monograph of the Echinoidea, IV, 1. Holoctypoida, Cassiduloida. C.A. Reitzel, Copenhagen, 371 pp.
- Mortensen, T. (1948b)** — A Monograph of the Echinoidea, IV, 2. Clypeasteroidea. Clypeasteridæ, Arachnoidæ, Fibulariidæ, Laganidæ and Scutellidæ. C.A. Reitzel, Copenhagen, 471 pp.

Mortensen, T. (1951) — A Monograph of the Echinoidea. V, 2. Spatangoida II. Amphisternata II. Spatangidae, Loveniidae, Pericosmidae, Schizasteridae, Brissidae. C.A. Reitzel, Copenhagen, 593 pp.

Mortensen, T., Steuer, A. (1937) — The fishery grounds near Alexandria. XIII Echinoderma. *Hydrobiology and Fisheries Directorate, Notes and Memoirs*, 21: 1-37.

Müller, O.F. (1776) — Zoologiæ Danicæ Prodrömus, seu Animalium Daniæ et Norvegiæ indigenarum Characteres, Nomina, et Synonyma Imprimis Popularium. Typis Hallageriis, Havniciæ, 282 pp.

Muller., J., Guieu, G., Cornée, J.-J., Saint Martin, J.-P., André, J.-P., Puigdefabregas, C., Berastegui, X. (1994) — Les plates-formes carbonatées messiniennes dans leur environnement paléogéographique et structural. Interim-Colloquium RCMNS, Marseille: 40.

Nebelsick, J.H. (1992) — The Northern Bay of Safaga (Red Sea, Egypt): An Actuopalaontological Approach III. Distribution of Echinoids *Beiträge zur Paläontologie von Österreich*, 17: 5-79.

Nebelsick, J.H. (1996) — Biodiversity of shallow-water Red Sea Echinoids: Implications for the fossil record. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 76: 185-194.

Nebelsick, J.H. (1999) — Taphonomic comparison between Recent and fossil sand dollars. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149: 349- 358.

Nebelsick, J.H., Kroh, A. (2002) — The stormy path from life to death assemblages: the formation and preservation of mass accumulation of fossil sand dollars. *Palaios*, 17: 378–393.

Nebelsick, J.H., Schmid, B., Stachowitsch, M. (1997) — The encrustation of fossil and recent sea-urchins tests: ecological and taphonomical significance. *Lethaia*, 30: 271-284.

Negretti, B. (1984) — Échinides néogènes du littoral de la Nerthe (Basse Provence, France): stratigraphie, paléontologie, conclusion paléoécologiques. *Travaux du Laboratoire de Stratigraphie et Paléoécologie de Université de Provence*, 2: 1-139.

Néraudeau, D., Goubert, E., Lacour, D., Rouchy, J.-M. (2001) — Changing biodiversity of Mediterranean irregular echinoids from the Messinian to Present-Day. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175: 43-60.

Néraudeau, D., Roman, J., Borghi, E. (1999) — Impact of the Messinian crisis on the Mediterranean echinoid fauna. — In Candia Carnevali, M.D. & Bonasoro, F. (eds.) Echinoderm Research 1998. A.A. Balkema, Rotterdam: 355-360.

Nesteroff, W.D., Ryan W.B.F., Hsü, K.J., Pautot, G., Wezel, F.C., Lort, J.M., Cita, M.B., Maync, W., Stradner, H., Dumitrica, P. (1972) — Evolution de la Sédimentation pendant le Néogène en Méditerranée d'après les Forages Joides-DSDP Part 2 — The geological setting. Pubblicazione — Milan, Università, Istituto di Geologia e Paleontologia, 125: 47-62.

- Neurdin-Trescartes, J. (1992)** — Le remplissage sédimentaire du bassin néogène du Chélif, modèle de référence de bassins intramontagneux. Thèse de Doctorat, Université de Pau, 605 pp.
- Nicaise, C. (1870)** — Catalogue des animaux fossiles observés dans les terrains de transition, secondaires, tertiaires et quaternaires de la province d'Alger. F. Paysant, Alger, 136 pp.
- Nichols D. (1959b)** — Mode of life and taxonomy in irregular echinoids. *Systematics Association Publication*, 3, p.61-81.
- Nichols, D. (1959a)** — Changes in the heart-urchin *Micraster* interpreted in relation to living forms. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B, 242: 347-437.
- Norman, A.M. (1868)** — Shetland Final Dredging Report. Part II. On the Crustacea, Tunicata, Polyzoa, Echinodermata, Actinozoa, Hydrozoa, and Porifera. *Reports of the British Association for the Advancement of Science*, 38: 247-336.
- Onoda, K. (1943)** — Notes on the development of some Japanese echinoids. Report IV. Hybridization experiments with some Japanese echinoids. *Japanese Journal of Zoology*, 10(3): 407-426.
- Orbigny, A. d' (1852)** — Prodrôme de Paléontologie stratigraphique universelle des Animaux Mollusques & Rayonnés faisant suite au cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques. Victor Masson, Paris, 3: 191 pp.
- Parker, G.H., Van Alstyne M.A. (1932)** — Locomotor organs of *Echinarachnius* Parma. *Biological Bulletin*, 62: 195-200.
- Paucă, M. (1936)** — Le Bassin Neogène de Beiuş. *Anuarul Institutului Geologic al României*, 17(1932): 133-223.
- Pavay, E. (1874)** — Die fossilen Seeigel des Ofner Mergels. Mitth. Jahrii. kön. ung. geol. Anst., 3, no 2, 188 p., 8 pl.
- Pennant, T. (1777)** — British Zoology. 4 - Crustacea, Mollusca, Testacea. Benj. White, London, 136 pp.
- Pequignat, C.E. (1970)** — Biologie des *Echinocardium cordatum* (Pennant) de la Baie de la Seine. *Forma et Functio*, 2: 121-168.
- Pereira, P. (2010)** — Echinoidea from the Neogene of Portugal mainland. *Palaeontos*, 18: 1-154.
- Perrodon, A. (1955)** — Contribution à l'étude stratigraphique de la région de Saint Denis du Sig. *Bulletin du Service de la Carte géologique d'Algérie*, 5: 107-126.

Perrodon, A. (1957) — Étude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Bulletin du Service de la Carte géologique d'Algérie*, 12: 323 pp.

Petersen, C.G.J. (1913) — Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography. *Report from the Danish Biological Station*, 21: 1-42.

Petersen, C.G.J. (1915) — On the animal communities of the sea-bottom in the Skagerrak, the Christiana Fjord and the Danish waters. *Report from the Danish Biological Station*, 23: 3-28.

Pfaff, J.R. (1914-1916) — Papers from Dr. Th Mortensen's Pacific Expedition 1914-1916, LXXI. On new genus and species of the family Gobiesocidae from the Indian Ocean, with observations on sexual dimorphism in Gobiesocidae with Echinids. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening, Kjøbenhavn*, 105: pp 413-422.

Phelan, T. (1970) — A Field guide to the cidaroid echinoids of the Northwestern Atlantic Ocean, Gulf of Mexico, and the Caribbean Sea. *Smithsonian Contributions to Zoology*: 40: 1-67.

Phelsum, M. van (1774) — Brief aan den wel-eerwaardigen en zeer geleerden heere Cornelius Nozeman ... over de gewelv-slekken of zee-egelen : waar achter gevoegd zyn twee beschryvingen, de eene van zekere soort van zee-wier, de andere van maaden, in eene vuile verzwearinge gevonden. R. Arrenberg, Rotterdam, 145 pp.

Philip, G.M. (1965) — Classification of echinoids. *Journal of Paleontology*, 39: 45-62.

Philippe, M. (1984) — Echinides. In Pouyet, S. (ed.) La faune du faciès "marnes bleues", Burdigalien du Bassin de Faucon-Mollans-Malaucaène (Sud-Est de la France). *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, 22: 85-91.

Philippe, M. (1998) — Les Échinides Miocènes du Bassin du Rhône : révision systématique. *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon*, 36(1-2): 3-241, 249- 441.

Philippi, R. A. (1842) — Ueber *Clypeaster altus* Scillas und einige Verwandte. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefakten-Kunde, 1842: 52-55.

Philippi, R.A. (1845) — Beschreibung einiger neuer Echinodermen nebst kritischen Bemerkungen über einige weniger bekannte Arten. *Archiv für Naturgeschichte*, 11(1): 344-359.

Phillips, J. (1829) — Illustrations of the geology of Yorkshire; or a description of the strata and organic remains of the Yorkshire coast: accompanied by a geological map, sections, and plates of the fossil plants and animals. T. Wilson, York, 184 pp.

Pictet, F.J. (1857) — Traité élémentaire de Paléontologie ou Histoire Naturelle des Animaux Fossiles considérés dans leurs rapports zoologiques et géologiques. J.-B. Baillièrre et Fils, Paris Seconde Édition, 4: 768 pp.

Pinar, N. (1952) — Sur une méthode de détermination de *Clypeaster* d'Anatolie. Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul, 17 : 31 p.

Poljak, J. (1938) — Prilog poznavanju miocenskih Echinoidea Hrvatske i Slavonije. *Vesnik geološkog Instituta kraljevine Jugoslavije*, 7 : 167-204.

Poignant A. et Moissette P. (1992) — Foraminifères benthiques des intercalations marneuses d'une série diatomitique du Messinien d'Algérie. N. Jb. Geol. Paléont., Mh, vol. 11, p. 657- 674.

Pomel, A. (1869) — Revue des échinodermes et de leur classification pour servir d'introduction à l'étude des fossiles. Deyrolle, Paris, i-67 pp.

Pomel, A. (1883) — Classification méthodique et Genera des Echinides vivants et fossiles. Adolphe Jourdan, Alger, 131 pp.

Pomel, A. (1885) — Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie ; Echinodermes ; A. Jourdan (Alger). 2^e fascicule 1^e Livraison.

Pomel, A. (1887) — Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie ; Echinodermes ; A. Jourdan (Alger). 2^e fascicule 2^e Livraison.

Pomel, A. (1889) — Description stratigraphique générale de l'Algérie. Fontana Éd., Alger, 211 pp.

Pouquet, J. (1952) — Les Monts du Tessala (Chaînes sud-telliennes d'Oranie). Morphologie des Monts Tessala. *Revue de Géographie Alpine*, 40(4): 691-694.

Prouho, H. (1888) — Recherches sur le *Dorocidaris papillata* et quelques autres échinides de la Méditerranée. Thèse de la Faculté de Sciences, Paris, 172 pp.

Quenstedt, F.A. (1875) — Petrefactenkunde Deutschlands. Fues's Verlag, Leipzig, 720 pp.

Quintana, C.J. (2019) — Fauna equinológica del Mioceno superior de Ses Fonts Redones de Baix (Es Migjorn Gran, Menorca). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 62: 161-174.

Quintana, C.J. (2020) — El género *Schizobrissus* Pomel, 1869 (Echinoidea, Spatangoida, Brissidae) en el Mioceno superior de Menorca (Illes Balears, Mediterraneo occidental). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 63: 125-132.

Quintana, C.J. (2021) — Description of *Schizobrissus obradori* sp. nov. (Brissidae, Spatangoida) from the Upper Miocene of Menorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 64: 131-143.

Radwański, A., Wysocka, A. (2001) — Mass aggregation of Middle Miocene spine-coated echinoids *Echinocardium* and their integrated eco-taphonomy. *Acta Geologica Polonica*, 51(4): 295-316.

Rahman, I.A., Belaústegui, Z., Zamora, S., Nebelsick, J.H., Domènech R., Martinell J. (2015) — Miocene *Clypeaster* from Valencia (E Spain): Insights into the taphonomy and ichnology of bioeroded echinoids using X-ray micro-tomography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 438: 168-179.

Riedl, R. (1983) — Fauna und Flora des Mittelmeeres. 3rd ed. Paul Parey Verlag, Hamburg, 836 pp.

Rocha, R., Ramalho, M.M., Manuppella, G., Zbyszewski, G., Coelho, A.V.P. (1979) — Notícia explicativa da Folha 51-B (Vila do Bispo). Carta Geológica de Portugal na escala 1:50.000. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 118 pp.

Rodríguez-Barreras, R. (2014) — The shallow-water echinoids (Echinodermata: Echinoidea) of Cuba. *Marine Biodiversity Records*, 7: 1–8.

Roman, J. (1965) — Morphologie et évolution des *Echinolampas* (Échinides, Cassiduloïdes). *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 15: 1-341.

Roman, J. (1984) — Les échinides et les milieux de vie du Tertiaire, Quelques exemples. *Géobios, Mémoire Spécial*, 8: 115-124.

Rondelet, G. (1554) — Libri de Piscibus Marinis, in quibus verae Piscium effigies expressae sunt. Matthiam Bonhomme, Lyon: 583 pp.

Rose, E.P.F. (1974a) — The Miocene echinoids of Libya: a summary and review of their stratigraphical distribution. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 78(1): 341-347.

Rose, E.P.F. (1974b) — Stratigraphical and facies distribution of irregular echinoids in Miocene limestones of Gozo, Malta, and Cyrenaica, Libya. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 78(1): 349-355.

Rose, E.P.F. (1975) — Oligo-Miocene echinoids of the Maltese Islands. Proceedings of the VIth Congress of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy, Bratislava, 4-7 Sept. 1975: 75-79.

Rose, E.P.F., Poddubnik, R.H. (1987) — Morphological variation in the Cenozoic echinoid *Clypeaster* and its ecological and stratigraphical significance. *Annals of the Hungarian Institute of Geology*, 70: 463-469.

Rose, E.P.F., Wood, J.L. (1999) — *Clypeaster* and *Echinolampas* (Echinoidea: Irregularia) from Neogene basins of south-east Spain, and the Mediterranean Messinian “salinity crisis”. in Candia Carnevali M.D. & Bonasoro F. (eds) *Echinoderm Research 1998*. A. A. Balkema, Rotterdam: 377-382.

Rouchy, J.-M. (1979) — La sédimentation évaporitique messinienne sur les marges méditerranéennes. *Annales géologiques des pays helléniques*, tome H-S 3: 1051-1060.

Rouchy, J.-M. (1982a) — La genèse des évaporites messiniennes de Méditerranée. *Mémoires du Muséum national D’Histoire naturelle*, 50: 267 pp.

Rouchy, J.-M. (1982b) — La crise évaporitique messinienne de Méditerranée : nouvelles propositions pour une interprétation génétique. *Bulletins du Muséum national d’Histoire naturelle*, 3-4: 107-136.

Rouchy, J.-M., Freneix, S. (1979) — Quelques gisements messiniens de Bivalves (Formations des Tripolis d’Algérie et du Maroc). Signification paléocéologique. *Annales géologiques des pays helléniques*, tome H-S 3: 1061-1070.

Rumphius, G. E. (1705) — D’Amboinsche rariteitkamer, behelzende eene beschryvinge van allerhande zoo weeke als harde schaalvisschen, te weeten raare Krabben, Kreeften, en diergelyke Zeedieren als mede allerhande hoorntjes en schulpen, die men in d’Amboinsche zee vindt : daar beneven zommige mineraalen, gesteenten, en soorten van aarde, die in d’Amboinsche, en zommige omleggende eilanden gevonden worden. François Halma, Amsterdam, 540 pp.

S.N. REPAL (Société nationale de recherche et d’exploration des pétroles en Algérie) **(1952)** — Le bassin néogène du chéelif. Monographies Régionales, 1^{re} série - Algérie, 16, 56 pp.

Saint Martin J.-P. (1990) — Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d’Algérie et du Maroc. *Mémoires du Muséum d’Histoire Naturel*, Paris, 56, 366 pp.

Saint Martin J.-P., Cornée, J.-J., Conesa, G., Bessedik, M., Belkebir, L., Mansour, B., Moissette, P., Anglada R. (1992) — Un dispositif particulier de plate-forme carbonatée messimienne : la bordure méridionale du bassin du Bas-Chelif Algérie. Comptes rendus de l’Académie des Sciences, Paris, 315 : 1365-1372.

Saint Martin, J.-P., (1984). — Le phénomène récifal messinien en Oranie (Algérie). *Géobios, Mémoire spécial*, 8: 159-166.

Saint Martin, J.-P., Cornée J.-J., Muller, J. (1995) - Nouvelles données sur le système de plate-forme carbonatée du Messinien des environs d’Oran (Algérie). Conséquences. *Comptes rendus de l’Académie des Sciences, série IIa*, 320: 837-843.

Saint Martin, J.P., Rouchy, J.-M. (1986). — Intérêt du complexe récifal du Cap des Trois Fourches (Bassin de Nador, Maroc septentrional) pour l’interprétation paléogéographique des

événements messiniens en Méditerranée occidentale. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 302(15): 957-962.

Saitoh., M., Kanazawa., K. (2012) — Adaptive morphology for living in shallow water environments in spatangoid echinoids. *Zoosymposia* 7(1): 255-265.

Sánchez Roig, M. (1949) — Los equinodermos fosile de Cuba. *Paleontologia Cubana* 1: 1-302.

Sánchez Roig, M. (1952) — Nuevos generos y especies de equinoideos fosiles cubanos. *Torreia*, 17: 1-18.

Schaffer, F.X. (1907) — Geologischer Führer für Exkursionen im inneralpinen Becken der nächsten Umgebung von Wien. Sammlung geologischer Führer 12. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 127 pp ().

Schaffer, F.X. (1912) — Die Echiniden der Miocänbildung von Eggenburg. *Abhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, Viena*, 22(2): 187-192.

Schaffer, F.X. (1913) — Geologischer Führer für Exkursionen in Wiener Becken. III. Teil, nebst einer Einführung in die Kenntnis der Fauna der ersten Mediterranstufe. Sammlung geologischer Führer 18. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 167pp.

Schaffer, F.X. (1942) — Geologischer Führer für Exkursionen in der Umgebung von Wien. Zweite veränderte Auflage. Sammlung geologischer Führer 12. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Zehlendorf, 170 pp.

Schauroth, C. von (1965) — *Verzeichniss der Versteinerungen im Herzogl. Naturalien cabinet zu Coburg (No. 1-4328) : mit Angabe der Synonymen und Beschreibung vieler neuen Arten.* Herzogliches Naturalien cabinet Coburg, 327 pp.

Scheibling, R.E. (1984) — Echinoids, epizootics, and ecological stability in the rocky subtidal off Nova Scotia, Canada. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 37: 232–242.

Schinner, G.O. (1993) — Burrowing behavior, substrate preference, and distribution of *Schizaster canaliferus* (Echinoidea: Spatangoida) in the northern Adriatic Sea. *Marine Ecology*, 14: 129–145.

Schluter, C. (1900) — Ueber einige Kreide-Echiniden. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 52: 360-379.

Schultz, H. A.G. (2017) — *Echinoidea*. Handbook of Zoology, 2, De Gruyter, Berlin, 359 pp.

Scilla, A. (1752) — *De corporibus marinis lapidescentibus, quae defossa reperiuntur.* Editio altera emendatior, Romae 84 pp.

Scopoli, G.A. (1777) — *Introductio ad Historiam Naturalem, Sistens Genera Lapidum, Planatarum, et Animalium Hactenus Detecta, Characteribus Essentialibus Donata, in Tribus Divisa, Subinde ad Leges Naturae.* Apud Wolfgangum Gerle, Prague, 506 pp.

- Seguenza, G. (1879-1880)** — Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio (Calabria). *Memoria della Reale Accademia dei Lincei, Serie 3a Memorie della Classe di scienze fische, matematiche e naturali*, 6(1877): 1-446.
- Seilacher, A. (1979)** — Constructional morphology of sand dollars. *Palaeobiology*, 5: 191–221.
- Serafy, D.K. (1979)** — Echinoids (Echinodermata: Echinoidea). Memoirs of the Hourglass Cruises. *Florida Department of Natural Resources Marine Research Laboratory, St. Petersburg*, 5(3): 120 p.
- Sismonda, E. (1842)** — Appendice alla Monografia degli Echinidi Fossili del Piemonte. *Memoria della Reale Accademia della Scienze di Torino*, 4: 385-394.
- Sismonda, E. (1843)** — Memoria geo-zoologica sugli Echinidi fossili del Contado di Nizza. *Memoria della Reale Accademia della Scienze di Torino*, 6(2): 341-412.
- Smith A.B. (1981)** — Implications of lantern morphology for the phylogeny of post-Paleozoic echinoids. *Palaeontology*, 24(4): 779-801.
- Smith, A.B. (1980a)** — The structure and arrangement of echinoid tubercles. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B 289: 1–54.
- Smith, A.B. (1984a)** — Classification of Echinodermata. *Palaeontology* 27(3): 431-459.
- Smith, A.B. (1984b)** — Echinoid Palaeobiology. *Special topics in palaeontology* 1: 190 pp. Allen & Unwin, London.
- Smith, A.B. (2005)** — Growth and form in echinoids: the evolutionary interplay of plate accretion and plate addition. In Briggs, D.E.G. (Ed.) *Evolving form and function: fossils and development*. pp. 181–196. Yale Peabody Museum, New Haven, Conn.
- Smith, A.B., (1980b)** — The structure, function, and evolution of tube feet and ambulacral pores in irregular echinoids. *Palaeontology*, 23: 39–83.
- Smith, A.B., Crimes, T.P. (1983)** — Trace fossils formed by heart urchins - a study of *Scolicia* and related fossils. *Lethaia*, 16: 79-92.
- Smith, A.B., Gale, A.S., Monks, N.E.A. (2001)** — Sea-level change and rock-record bias in the Cretaceous: a problem for extinction and biodiversity studies. *Paleobiology*, 27: 241–253.
- Smith, A.B., Hollingworth, N.T.J. (1990)** — Tooth structure and phylogeny of the Upper Permian echinoid *Miocidaris keyserlingi*. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 48: 47–60.
- Smith, A.B., Pisani, D., Mackenzie-Dodds, J.A., Stockley, B., Webster, B.L., Littlewood, D.T.J. (2006)** — Testing the molecular clock: molecular and paleontological estimates of divergence times in the Echinoidea (Ech. **Heinke S. Andreas S-R. (2015)** - Handbook of Zoology, Echinodermata ;(VI) Echinoidea. Berlin, De Gruyter, 2015.

inodermata). *Molecular Biology and Evolution*, 23: 1832-1851.

Smith, A.B., Stockley C.W. (2005) — Fasciole pathways in spatangoid echinoids: a new source of phylogenetically informative characters. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 144: 15-35.

Smith, A.B., Wright, C.W. (1989) — British Cretaceous echinoids. Part 1, general introduction and Cidaroida. *Monographs of the Palaeontographical Society*, 141(578): 1-101.

Somos, L., Kóky, J. (1960) — Földtani megfigyelések a Mecsekhegységi Liásban és Miocénben. *Földtani Közlöny*, 90(3): 331-347.

Stara, P., Borghi, E. (2012) — First fossil record of the genus *Faorina* (Echinoidea: Pericosmidae). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 51(2): 85–98.

Stara, P., Borghi, E. (2014) — The echinoid genus *Amphiope* L. Agassiz, 1840 (Astriclypeidae) in the Oligo-Miocene of Sardinia (Italy). In Paolo Stara (Ed.) Studies on some astriclypeids (Echinoidea, Clypeasteroida). *Biodiversity Journal*, 5: 245–268.

Stara, P., Charbonnier, S. Borghi, E. (2018) — **Redefinition of *Prospatangus thieryi* Lambert, 1909 (Echinoidea, Spatangoida), in *Sardospatangus* nov. gen. with two new species from Sardinia, Italy. *Annales de Paléontologie* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.annpal.2018.10.001>.**

Stara, P., Mancosu, A., Gatt, M., Belkercha, M. (2022) — Redefinition of the genera *Opissaster* Pomel, 1883 and *Gregoryaster* Lambert, 1907 (Order Spatangoida, Suborder Paleopneustina, Family Schizasteridae), from the Oligo-Miocene of Malta, Algeria, and Sardinia. *Italian Journal of Geosciences*, 141(3): 426-448.

Stara, P., Sanciu, L. (2014) — Analysis of some astriclypeids (Echinoidea Clypeasteroida). *Biodiversity journal*, 5(2): 291–358.

Stara, P., Sanciu, L., Rizzo, R. (2012) — Segnalazione di una associazione dechinidi con spatangoidi prevalenti in Sardegna. *Notiziario della Società Reggiana di Scienze Naturali*, 2010: 27–42.

Stefanini, G. (1908) — Echini miocenici di Malta esistenti nel Museo di Geologia di Firenze. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 27: 435-483I.

Stefanini, G. (1908a) — Echini miocenici di Malta. Esistenti nel Museo di Geologia di Firenze. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 27: 435-483.

Stefanini, G. (1908b) — Echinidi del Miocene medio dell'Emilia. Parte prima. *Palaeontographia Italica*, 14: 65-120.

Stefanini, G. (1909) — Echinidi del Miocene medio dell'Emilia. Parte seconda. — *Palaeontographia Italica*, 15: 1-58.

- Stefanini, G. (1912)** — Osservazioni sulla distribuzione geografica, sulla origini e sulla filogenesi degli Scutellidae. *Bolletino della Società Geologica Italiana*, 30(1911): 739-754.
- Stefanini, G. (1919)** — Fossili del Neogene Veneto. Parte seconda: Brachiopoda-Echinodermata. *Palaeontographia Italica*, 25: 127-171.
- Steininger F., Senes J., Kleemann, K., Rogl, F. (1986)** — Neogene of the mediterranean Tethys and Paratethys. Institute of Paleontology, University of Vienna: 725 pp.
- Steininger, F. (1971)** — Die Echinodermen des Eggenburgiens. In : Steininger et al. (eds.) Die Eggenburger Schichtengruppe und ihr Stratotypus. – Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miozän der Zentralen Paratethys 2, pp. 593-603. Veda vydavateľstvo slovenskej akadémie vied, Bratislava.
- Stephen, A.C. (1934)** — Studies on the Scottish marine fauna: quantitative distribution of the echinoderms and the natural faunistic division of the North sea. Transactions of the Royal Society of Edinburg, 57: 777-787.
- Stockley, B., Smith, A.B., Littlewood, T., Lessios, H.A., Mackenzie-Dodds, J.A. (2005)** — Phylogenetic relationships of spatangoid sea urchins (Echinoidea): taxon sampling density and congruence between morphological and molecular estimates. *Zoolica Scripta*, 34: 447–468.
- Sumrall, C.D., Brochu, C.A. (2008)** — Viewing paleobiology through the lens of phylogeny. In P. H. Kelley & R. K. Bambach (eds) From Evolution to Geobiology: Research Questions Driving Paleontology at the Start of a New Century. *Paleontological Society Papers*, 14: 165–183.
- Sutherland, J.P., Karlson, R.H. (1977)** — Development and stability of the fouling community at Beaufort, North Carolina. *Ecological Monographs*, 47: 425- 446.
- Swan, E. F. (1958)** — Growth and variation in the sea urchins of York, Maine. *Journal of Marine Research*, 17: 505-522.
- Szörényi, E. (1953)** — Miozäne Echiniden aus den westlichen Teilen der Ukraine. *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica*, 23: 1-104.
- Tavani, G. (1939)** — Fossili del Miocene della Cirenaica (cont. E fine). *Palaeontographia Italica*, 39: 17-76.
- Telford, M. & Mooi, R. (1996)** — Podial particle picking in *Cassidulus caribaeorum* (Echinodermata: Cassiduloidea) and the phylogeny of sea urchin feeding mechanisms. *Biological Bulletin*, 191: 209-223.
- Telford, M. (1981)** — A hydrodynamic interpretation of sand dollar morphology. *Bulletin of Marine Science*, 31: 605-622.
- Telford, M. (1983)** — An experimental analysis of lunule function in the sand dollar *Mellita quinquesperforata*. *Marine Biology*, 76: 125-134.
- Telford, M., Mooi, R., Ellers., O. (1985)** — A new model of podial deposit feeding in the sand dollar, *Mellita quinquesperforata* (Leske): The sieve hypothesis challenged. *Biological Bulletin*, 169: 431-448.

- Telford, M.J., Mooi, R, Harold, A.S. (1987)** — Feeding activities of two species of *Clypeaster* (Echinoides, Clypeasteroida): further evidence of clypeasteroid resource partitioning. *Biological Bulletin*, 172: 324- 336.
- Termier, G., Termier, H. (1947)** — Paléontologie marocaine. I. Généralités sur les invertébrés fossiles. Hermann et Cie., Paris, 391 p.
- Termier, H., Termier, G. (1952)** — Histoire géologique de la biosphère. Masson et Cie., Paris, 721p.
- Thomas, G. (1985)** — Géodynamique d'un bassin intramontagneux. Le bassin du Bas-Chélif occidental durant le mio-plio-quadernaire. Thèse Sciences, Université de Pau, 594 p.
- Thum, A.B., Allen, J.C. (1975)** — Distribution and abundance of the lamp urchin *Echinolampas crassa* (Bell) 1880 in False Bay, Cape. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 41(4): 359-373.
- Thum, A.B., Allen, J.C. (1976)** — Reproductive ecology of the lamp urchin *Echinolampas crassa* (BELL) 1880 from a subtidal biogenous ripple train. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 42: 23-33.
- Tollmann, A. (1955)** — Das Neogen am Nordwestrand der Eisenstädter Bucht. — *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland* 10: 1-74, 7 figs., 1 map, 2 profiles, 11 tabs., Eisenstadt.
- Tortonese, E. (1965)** — Echinodermata: Fauna d'Italia. Calderini, Bologna.
- Tortonese, E. (1979)** — Echinodermata: Fauna d'Italia, 419 pp.
- Troschel, F.H. (1872)** — Die Familie der Echinocidariden (1). — *Archiv für Naturgeschichte*, 38(1): 293-356.
- Ursin, E., (1960)** — A quantitative investigation of the Echinoderm Fauna of the Central North Sea. *Meddelelser Fra Danmarks Fiskeri*, 2: 1-204.
- Vadász, E. (1915)** — Die mediterranen Echinodermen Ungarns. *Geologica Hungarica*, 1(2): 79-253.
- Vadet, A., Nicolleau, P. (2018)** — Evolution des spatangues. *Annales de la Société d'Histoire Naturelle du Boulonnais*, 17(1): 1-128.
- Vadet, A., Nicolleau, P. (2023)** — Révision de la famille des Spatangidae. *Annales de la Société d'Histoire Naturelle du Boulonnais*, 22(2): 1-56.
- Valentin, G. (1841)** — Anatomie du genre *Echinus*. In agassiz L. : *Monographies d'Échinodermes vivants et fossiles. 1^{ère} monographie: Anatomie des Échinodermes*. Neuchâtel : '126 p.

Van Vleck Anderson, R. (1936) — Geology in the coastal Atlas of western Algeria. *Geological Society of America, Memoirs* 4: 450pp.

Velluttini, B.C., Bigotto, A.E. (2010) — Embryonic, larval, and juvenile implications for the fossil record. *Journal of the Marine Biological Association United Kingdom*, 76: 185-194.

Via, L., Padreny, J. (1970) — Dos nuevas especies de *Clypeaster* del Eoceno de Cataluña. *Instituto de Investigaciones Geológicas de la Diputación Provincial*, 24: 89-97.

Villier, L., Navarro, N., (2004) — Biodiversity dynamics and their driving factors during the Cretaceous diversification of Spatangoida (Echinoidea, Echinodermata). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 214: 265–282.

Villier, L., Néraudeau, D., Clavel, B., Neumann, C., David, B. (2004) — Phylogeny and Early Cretaceous spatangoids (Echinodermata: Echinoidea) and taxonomic implications. *Palaeontology* 47: 265–292.

Walch, J.E.I. (1771) — *Die Naturgeschichte der Versteinerungen zur Erläuterung der Knorr'schen Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur*. Nürnberg (Paul Johann Felßbecker), 235 p.

Wright, T.H. (1852) — On the Cassidulidae of the oolites, with descriptions of some new species of that family. *The Annals and magazine of natural history*, 9.

Wright, T.H. (1855) — On fossil echinoderms from the Island of Malta; with notes on the stratigraphical distribution of the fossil organisms in the Maltese beds. *The Annals and magazine of natural history* 15: 101-127, 175-196, 262-277.

Zapfe, H. (1936) — Lebensspuren grabender Echiniden aus dem Eozän Siebenburgens. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 85: 42-52..

Zavodnik, D., (2003) — Marine fauna of Mljet National Park (Adriatic Sea, Croatia) 2: Echinodermata. *Acta Adriatica*, 44: 101-157.

Zbyszewski, G. (1946) — Note sur l'existence d'algues fossiles dans le Miocène d'Aljezur. *Anais da Faculdade de Ciências do Porto*, 31(2): 96-100.

Zbyszewski, G. (1957) — Le Burdigalien de Lisbonne. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa*, 38(1): 91-226.

Zbyszewski, G. (1963) — Notícia explicativa da folha 4 (Lisboa). *Carta Geológica dos Arredores de Lisboa na escala 1 :50.000*. Serviços Geológicos de Portugal., Lisboa, 93 p.

Zbyszewski, G. (1967) — Contribution à l'étude du Miocène de la Serra da Arrábida. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa*, 51 : 37-152.

Zbyszewski, G., Antunes, M. T., Ferreira, O. V., Manuppella, G. & Barros E Carvalhosa, A — (1976). Notícia explicativa da Folha 39-A (Águas de Moura). *Carta Geológica de Portugal na escala 1 :50.000*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 59 p.

Zbyszewski, G., Ferreira, O. V., Manuppella, G. & Torre de Assunção, C. (1965) — Notícia explicativa da Folha 38-B (Setúbal). *Carta Geológica de Portugal na escala 1 :50.000*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 134 p.

Zittel, K. A. von (1879) : — Echinodermata. In *Handbuch der Paläontologie: Paläozoologie*. München & Leipzig (R. Oldenbourg): 308-560,

Liste des figures et tableaux

Figure 1: Cadre géographique et géologique des principaux gisements la région d'étude.....	9
Figure 2 : Carte géologique et géographique de la région de Tessala	14
Figure 3: Colonne lithostratigraphique de la coupe de Tessala	16
Figure 4 : Carte géologique et géographique de la région d'Arbal	18
Figure 5 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Oued Tanegroutah (Arbal).....	20
Figure 6 : Carte géologique et géographique de la région de Sidi Mediouni.....	22
Figure. 7 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Sidi Mediouni.....	24
Figure 8 : Carte géologique et géographique de la région de Sidi Bakhti	27

Figure. 9 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Sidi Bakhti.....	29
Figure 10 : Cadre géologique et géographique de la région de Sig.....	32
Figure. 11 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Sig.....	35
Figure 12 : Carte géologique et géographique de la région de Benabdelmalek Ramdane.....	37
Figure. 13 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Benabdelmalek Ramdane.....	39
Figure 14 : Carte géologique et géographique de la région de Jdiouia.....	41
Figure. 15 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Jdiouia.....	43
Figure 16 : Carte géologique et géographique de l'axe Jdiouia- Oued Sly.....	45
Figure 17 : Carte géologique et géographique de la région de Oued Rhiou.....	47
Figure 18 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Oued Rhiou.....	49
Figure 19 : position stratigraphique des échinides de la région étudiée.....	51
Figure 20: principaux caractères du test des différents groupes d'échinides.....	57
Figure 21: variables utilisées dans l'étude des tests des échinides réguliers.....	61
Figure 22: disque apical de <i>Schizechinus sahelensis</i>	66
Figure 23 : Plaques ambulacraires de <i>Schizechinus sahelensis</i>	66
Figure 24: Plaques interambulacraires de <i>Schizechinus sahelensis</i>	67
Figure 25 : variations morphologiques chez <i>Schizechinus sahelensis</i>	69
Figure 26: Système apicale d' <i>Oligophyma</i>	71
Figure 27: Plaques ambulacraires d' <i>Oligophyma</i>	71
Figure 28 : Plaques interambulacraires d' <i>Oligophyma</i>	72
Figure 29. variables utilisées pour l'étude des Cassiduloides.....	75
Figure 30: Allure des phyllodes d' <i>Echinolampas hemispherica</i>	83
Figure 31: variables utilisées pour l'étude des clypeasteroïdes.....	91
Figure 32: mesures biométriques utilisées pour l'études des <i>Amphiopes</i>	111
Figure 33: lunules de l' <i>Amphiope depressa</i>	114
Figure 34: disque apical de l' <i>Amphiope depressa</i> avec 4 gonopores.....	114
Figure 35: variations morphologiques chez <i>Amphiope depressa</i>	115
Figure 36: Image radiographique d' <i>Amphiope depressa</i>	116
Figure 37: Structure interne de l' <i>Amphiope depressa</i>	116
Figure 38: variables utilisées pour l'étude des spatangoides.....	117
Figure 39: appareil apical de <i>Schizaster sahelensis</i>	120
Figure 40: Architecture du plastron et phyllodes de <i>Schizaster sahelensis</i>	122
Figure 41: Fasciole péripétal de <i>Schizaster sahelensis</i>	122
Figure 42 : Fasciole latéro-sous-anal de <i>Schizaster sahelensis</i>	123
Figure 43: variations morphométriques de <i>Schizaster sahelensis</i>	124
Figure 44: Appareil apicale de <i>Schizaster speciosus</i>	126
Figure 45: Architecture du plastron et phyllodes de <i>Schizaster speciosus</i>	127
Figure 46: Architecture des plaques de la face orale de <i>S. maurus</i>	135
Figure 47: <i>O. insignis</i>	138
Figure 48: <i>Opissaster jourdyi</i> Cotteau A et <i>O. cotteaui</i> , Wright B.....	139
Figure 49 : système apicale d' <i>O. insignis</i>	140
Figure 50: système apical et allure du fasciole péripétal de <i>Brissus unicolor</i>	144
Figure 51: Disque apical de <i>Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae</i>	147
Figure 52 : Fasciole sous-anal et péripétal de <i>Rhabdobrissus costae</i>	148
Figure 53: Face orale de <i>Rhabdobrissus costae</i>	148

Figure 54: Agencement des plaques orales.....	152
Figure 55: fasciole péripétale et numération des plaques ambulacraires et interambulacraires	153
Figure 56: Allure du fasciole sou-anale.	154
Figure 57: Comparaison morphométriques des deux formes de <i>S. mauritanicus</i>	158
Figure 58 : <i>Schizobrissus mauritanicus</i> morphotypes ; forma I.....	159
Figure 59: <i>Schizobrissus maritanicus</i> morphotypes ; forma II.....	159
Figure 60 : Système apicale de <i>Brissopsis crescenticus</i>	164
Figure 61: Architecture de la face orale de <i>Brissopsis crescenticus</i>	165
Figure 62: Fasciole peripétal et sous-anal de <i>Brissopsis crescenticus</i>	165
Figure 63: Système apicale de <i>Brissopsis boutyi</i>	171
Figure 64: Trajectoire du fasciole péripétale de <i>Brissopsis boutyi</i>	171
Figure 65 : Système apical d' <i>Echinocardium depressum</i>	175
Figure 66: Face orale d' <i>echinocardium depressum</i>	176
Figure 67: A- Pores inter-fasciole et B pores de l'ambulacre III.	176
Figure 68: Système apical de <i>Sardospatangus tesselatus</i>	180
Figure 69: Face apical de <i>Sardospatangus tesselatus</i>	181
Figure 70: Tubercules primaires de l'interambulacre I. de <i>Sardospatangus tesselatus</i>	182
Figure 71: Architecture du plastron de <i>Sardospatangus tesselatus</i>	182
Figure 72: Trajet du fasciole sous-anal de <i>Sardospatangus tesselatus</i>	183
Figure 73: Système apicale de <i>Sardospatangus sahelensis</i>	186
Figure 74: Tubercules primaires de l'interambulacre I de <i>Sardospatangus sahelensis</i>	187
Figure 75: Architecture du plastron de <i>Sardospatangus sahelensis</i>	188
Figure 76: Trajet du fasciole sous-anal de <i>S. sahelensis</i>	189
Figure 77 : isopores des ambulacres chez les spatangoides étudiés	196
Figure 78: Unipores de l'ambulacre III de <i>Brissopsis crescenticus</i>	196
Figure 79: unipores de l'ambulacre III de <i>Brissus unicolor</i>	197
Figure 80: isopore non conjugué de l'ambulacre III de <i>Schizaster sahelensis</i>	197
Figure 81: Unipore restreint de la zone latero-sous-anal de <i>Schizaster speciosus</i>	198
Figure 82: phyllodes chez <i>Schizaster sahelensis</i>	199
Figure 83: Anisopores chez <i>Echinolampas hemisphaerica</i>	199
Figure 84 : Anisopores non conjugués.	200
Figure 85 : Unipores en entonnoir chez <i>Echinolampas hemisphaerica</i>	200
Figure 86 : faune d' <i>Amphiope</i> de la région de Tessala.....	210
Figure 87: faune d' <i>Amphiope</i> de la région d'Arbal.....	211
Figure 88: faunes d'Echinides de Sidi Mediouni.....	212
Figure 89: faune d'échinides de la région de Ben Abdelmalek Ramdane	214
Figure 90: faune de la région de Sidi Bakhti.....	215
Figure 91: faune d'échinides de Oued Rhiou et Oued Sly.....	218
Tableau 1 Mesures biométriques de <i>Cidaris sahelensis</i>	63
Tableau 2: Mesures biométriques de <i>Schizechinus sahelensis</i>	65
Tableau 3: Mesures <i>Oligophyma cellence</i>	70
Tableau 4 : Mesures biométriques de <i>Psammechinus dubius dubius</i>	74
Tableau 5: mesures biométrique d' <i>Echinolampas abbreviata</i>	78

Tableau 6: Mesures biométriques d' <i>Echinolampas claudus</i>	79
Tableau 7: Mesures biométriques d' <i>Echinolampas hemisphaerica</i>	82
Tableau 8: Mesures biométriques d' <i>Echinolampas costata</i>	85
Tableau 9: Mesures d' <i>Echinolampas pyguroides</i>	87
Tableau 10: Mesures biométriques de <i>Hypsoclypus doma</i>	90
Tableau 11 : Mesures biométriques de <i>Clypeaster portentosus</i>	94
Tableau 12: Mesures biométriques de <i>Clypeaster subacutus</i>	96
Tableau 13: Mesures biométriques de <i>Clypeaster brevior</i>	97
Tableau 14: Mesures biométriques de <i>Clypeaster pachypleurus</i>	98
Tableau 15: Mesures biométriques de <i>Clypeaster angustatus</i>	100
Tableau 16: Mesures biométriques de <i>Clypeaster subconicus</i>	101
Tableau 17: Mesures biométriques de <i>Clypeaster altus</i>	103
Tableau 18: Mesures biométriques de <i>Clypeaster ogleianus</i>	104
Tableau 19: Mesures biométriques de <i>Clypeaster pyramidalis</i>	106
Tableau 20: Mesures biométriques de <i>Clypeaster expensus</i>	107
Tableau 21: Mesures biométriques de <i>Clypeaster marginatus</i>	109
Tableau 22: Mesures biométriques d' <i>Amphiope depressa</i>	112
Tableau 23: Mesures biométriques de <i>Schizaster sahelensis</i>	119
Tableau 24: Mesures biométriques de <i>Schizaster speciosus</i>	125
Tableau 25: Mesures biométriques de <i>Schizaster cavernosus</i>	128
Tableau 26: Mesures biométriques de <i>Schizaster phrynus</i>	130
Tableau 27 : Mesures biométriques de <i>Schizaster barbarus</i>	132
Tableau 28: Mesures biométriques de <i>Schizaster maurus</i>	134
Tableau 29: Mesures biométriques d' <i>Opissaster insignis</i>	137
Tableau 30: Mesures biométriques de <i>Brissus unicolor</i>	143
Tableau 31: Mesures biométriques de <i>Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae</i>	146
Tableau 32: Mesures biométriques de <i>Schizobrissus mauritanicus</i>	151
Tableau 33 : Comparaison entre <i>Schizobrissus mauritanicus</i> et <i>S. cruciatus</i>	157
Tableau 34: Mesures biométriques de <i>Brissopsis crescenticus</i>	163
Tableau 35: Mesures biométriques de <i>Brissopsis latepetalum</i>	167
Tableau 36: Mesures biométriques de <i>Brissopsis speciosum</i>	168
Tableau 37: Mesures biométriques de <i>Brissopsis boutyi</i>	170
Tableau 38: Mesures biométriques d' <i>Echinocardium depressum</i>	174
Tableau 39: Mesures biométriques de <i>Sardospatangus tessellatus</i>	179
Tableau 40: Mesures biométriques de <i>Spatangus sahelensis</i>	185
Tableau 41: tableau récapitulatif de la paléoécologie des échinides de la région d'étude.....	221
Tableau 42: Paléobiogéographie des échinides de l'Oranie.....	223

Planches

Planche I

Cidaris sahariensis pomel, 1887

Spécimen **Cd-s-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : le même spécimen, vue orale ;

-a3 : le même spécimen, vue orbitale.

Schizechinus sahariensis (Pomel, 1887)

Spécimen, **S-sah-2**

-b1 vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région d'el Amria (Ain Témouchent).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche I

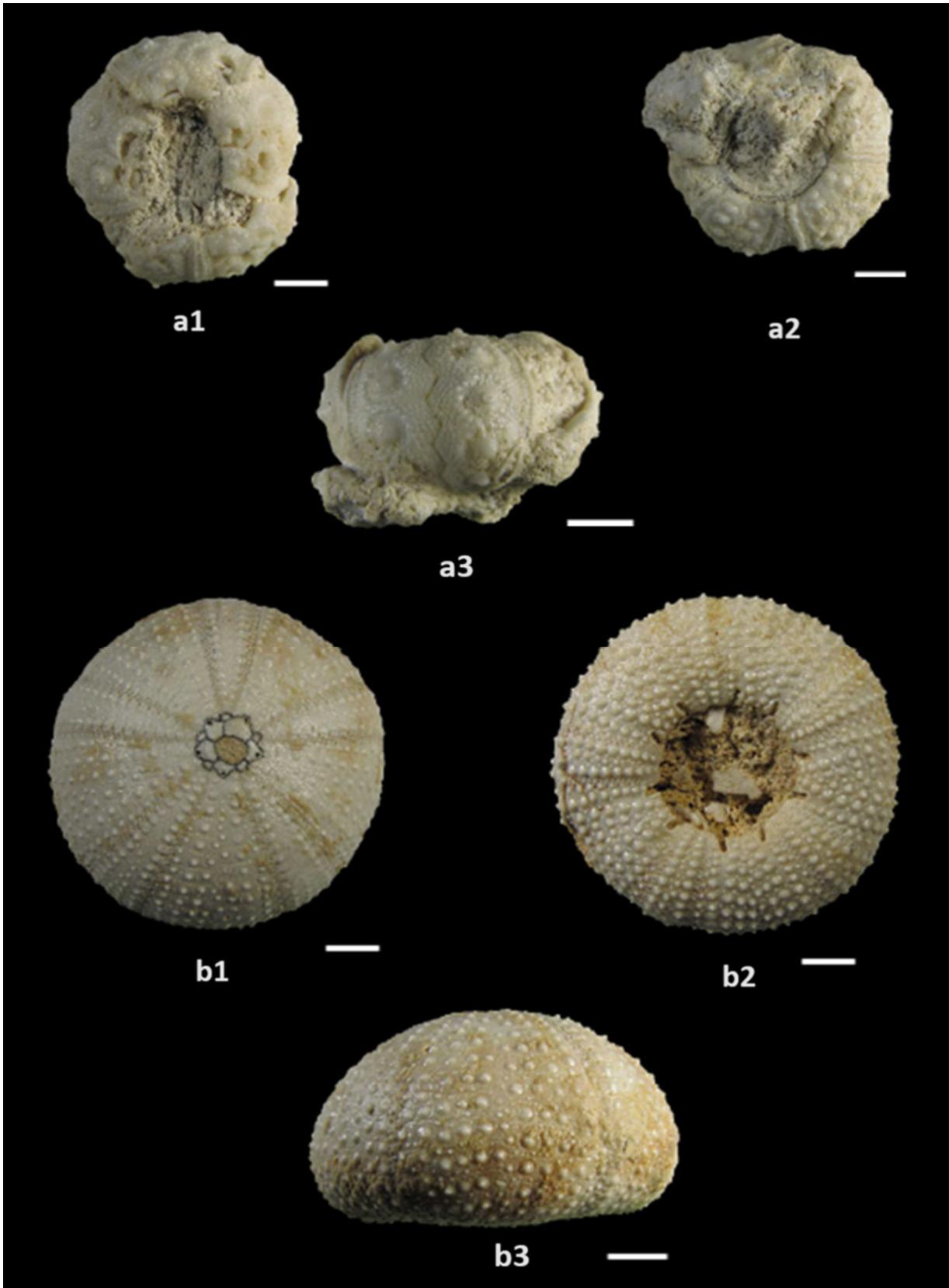


Planche II

Psammechinus dubius (Agassiz, 1840)

Spécimen **Ps-du-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue ambitale.

Localité : région d'el Amria (Ain Témouchent).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche II



a1



a2



a3



Planche III

Oligophyma cellense Pomel, 1885

Spécimen, **Ol-ph-2**

-a1 : face apicale ;

-a2 : face orale ;

-a3 : vue ambitale ;

-a4 : Plaques ambulacraires ;

-a5 : Plaques interambulacraires ;

-a6 : Système apical.

Localité : région d'el Amria.

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche III



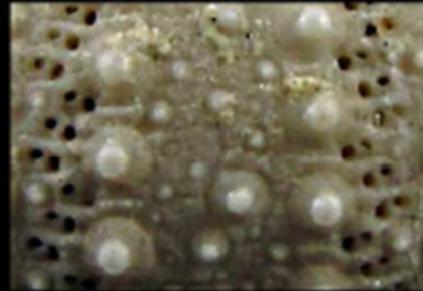
a1



a2



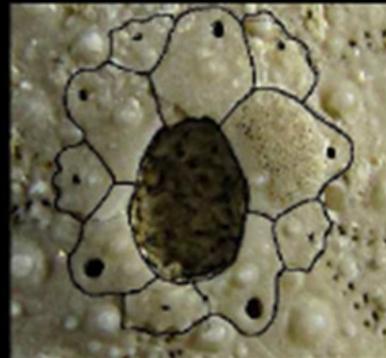
a3



a4



a5



a6

Planche IV

Echinolampas curtus Pomel, 1887

Spécimen **E-ab-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale.

Localité : région de Benabdelmalek Ramdane (Mostaganem).

Echinolampas claudus Pomel, 1887

Spécimen **E-cl-1**

-b1 ; vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Benabdelmalek Ramdane (Mostaganem).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche IV



a1



a2



a3



b1



b2



b3

Planche V

Echinolampas hemisphaerica Lamarck, 1816

Spécimen **EHP-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale.

Localité : région d'el Amria (Ain témouchent).

Hypsoclypus doma Pomel, 1889

Spécimen **H-do-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Benabdelmalek Ramdane (Mostaganem).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche V

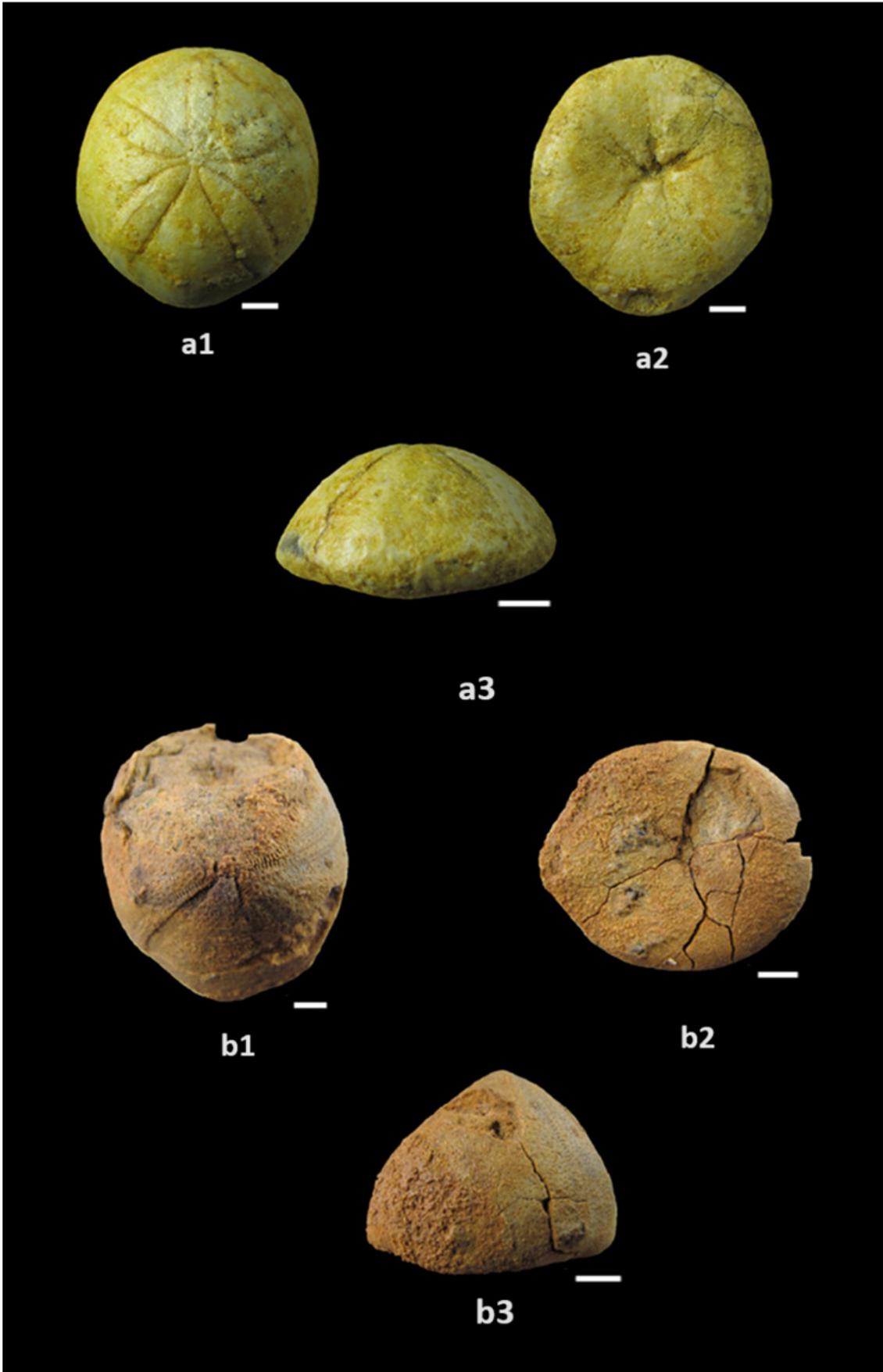


Planche VI

Echinolampas costatus Pomel, 1885

Spécimen **ECOST-2**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale ;

Localité : région de Jdiouia (Relizane).

Echinolampas pyguroides Pomel, 1887

Spécimen **E-py-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Benabdelmalek Ramdane (Mostaganem).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche VI

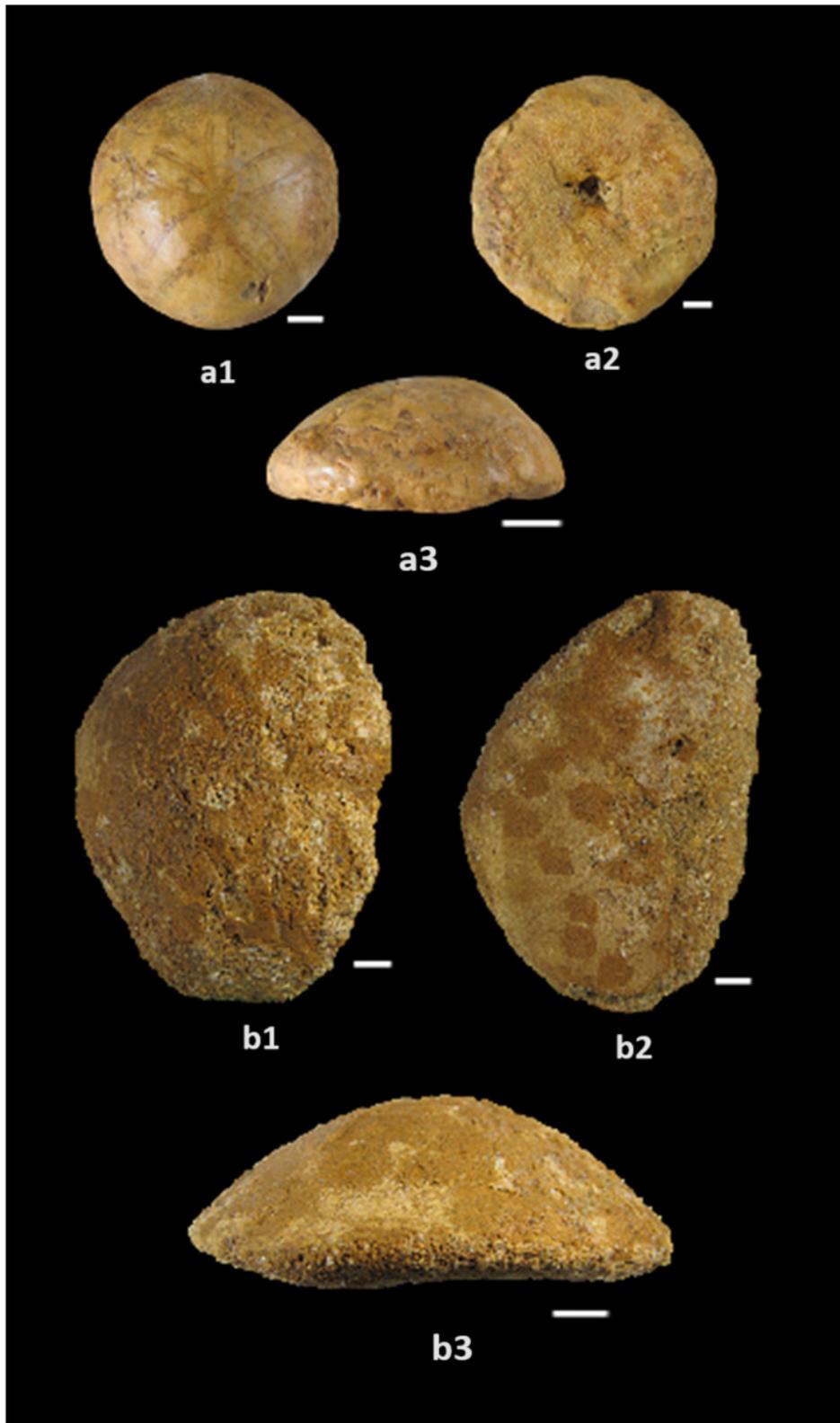


Planche VII

Clypeaster portentosus Des Moulins, 1835

Spécimen **CI-por-6**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale.

Localité : région de Oued Sly (Chlef).

Clypeaster portentosus Des Moulins, 1835

Spécimen **CI-por-3**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Oued Sly (Chlef).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche VII

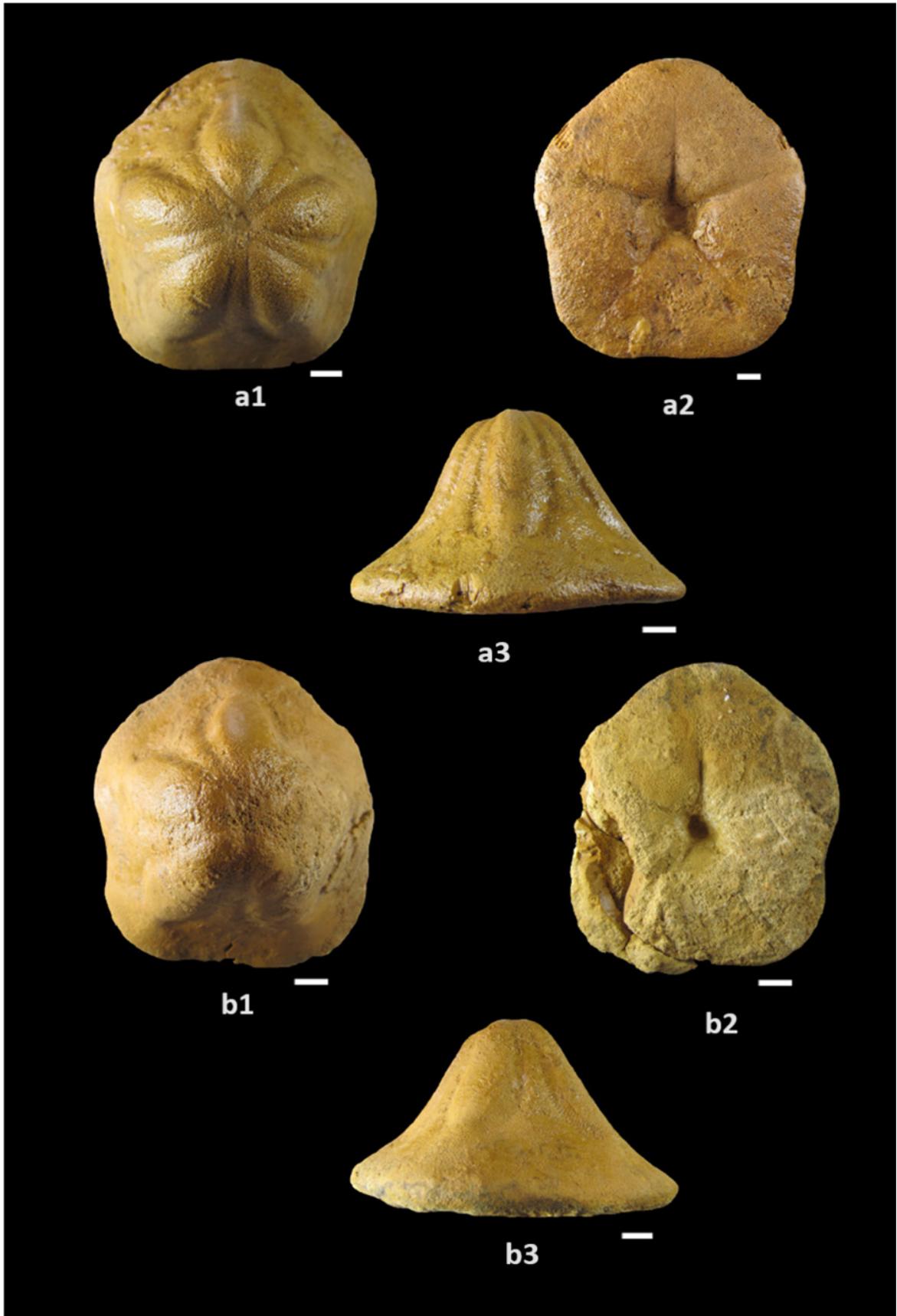


Planche VIII

Clypeaster subacutus Pomel, 1887

Spécimen **CI-sat-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale.

Clypeaster brevior Seguenza, 1879

Spécimen **CI-br-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Oued Sly (Chlef).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche VIII



a1



a2



a3



b1



b2



b3

Planche IX

Clypeaster pachypleurus Pomel, 1887

Spécimen **Cl-phi-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a2 : vue orbitale.

Localité : région de Cherfa (Mascara).

Clypeaster angustatus Pomel, 1887

Spécimen **Cl-ang-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région d'el Amria (Aïn Temouchent).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche IX



a1



a2



a3



b1



b2



b3

Planche X

Clypeaster subconicus Pomel, 1887

Spécimen ; **Cl-scn-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale.

Localité : région de Aïn Sofra Tessala (Sidi Belabes).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche X



a1



a2



a3

Planche XI

Clypeaster altus Leske, 1778

Spécimen **Cl-alt-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orbitale ;

-a3 : vue orale.

Localité : région de Cheurfa (Mascara).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XI



Planche XII

Clypeaster ogleianus Pomel, 1887

Spécimen **Cl-ogl-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orbitale ;

-a3 : vue orale.

Localité : région d'Arbal (Aïn Temouchent).

Clypeaster ogleianus Pomel, 1887

Spécimen ; **Cl-ogl-2**

- b : structure interne de la zone des pétales.

Localité : région d'Arbal (Aïn Temouchent).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XII

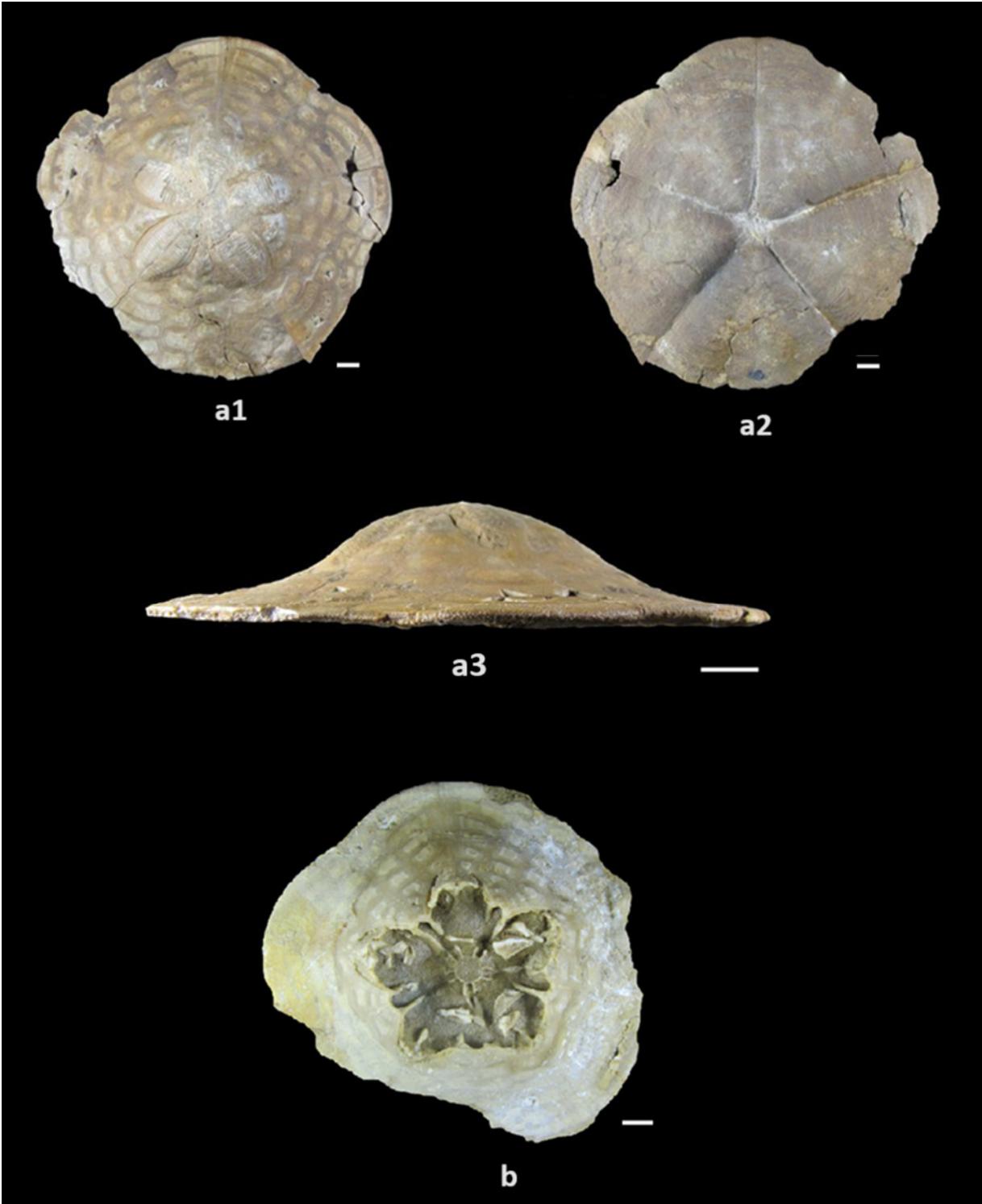


Planche XIII

Clypeaster pyramidalis Michelin, 1861

Spécimen **Cl-pyr-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue ambitale ;

-a3 : vue orale.

Localité : région d'el Amria (Aïn Temouchent).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XIII

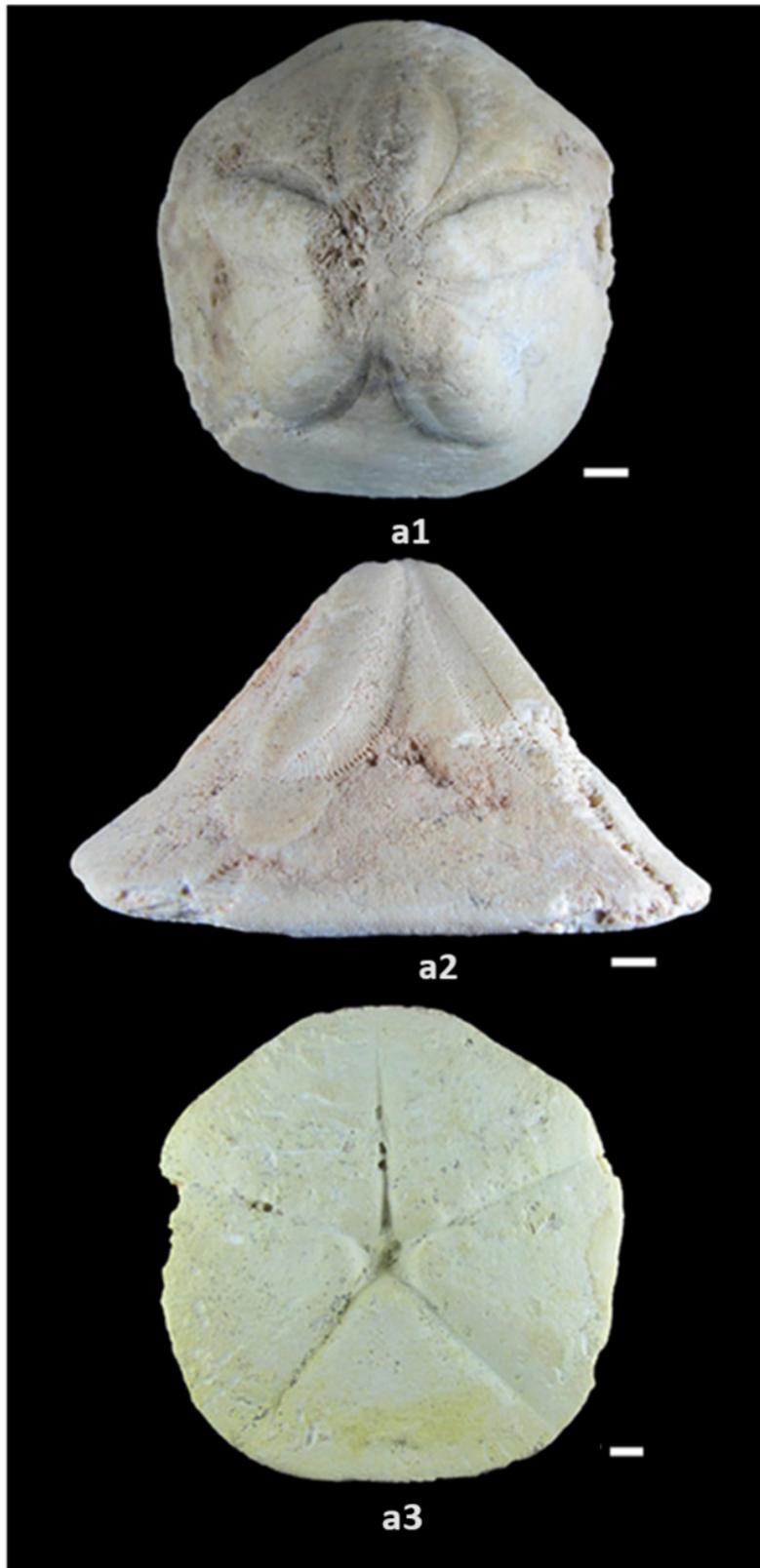


Planche XIV

Clypeaster marginatus Lamarck, 1816

Spécimen **Cl-mar-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale.

Localité région d'el Amria (Aïn Temouchent).

Clypeaster expansus Pomel, 1887

Spécimen **Cl-exp-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orbitale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Oued Rhiou (Relizane).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XIV



a1



a2



b1



b2



b3

Planche XV

Amphiope depressa Pomel, 1887

Spécimen **AM-1**

-a : vue apicale.

Amphiope depressa Pomel, 1887

Spécimen **AM-8**

-b1 : vue orale ;

- b2 : le même spécimen, vue latéral ;

-b3 : *Amphiope depressa* vue apicale.

Localité : région de Tessala (Sidi Belabes).

Amphiope depressa Pomel, 1887

Spécimen **AM-11**

-d1 : vue orbitale ;

-d2 : vue apicale ;

-d3 : vue orale.

Localité : d'Arbal (Ain Temouchent).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XV

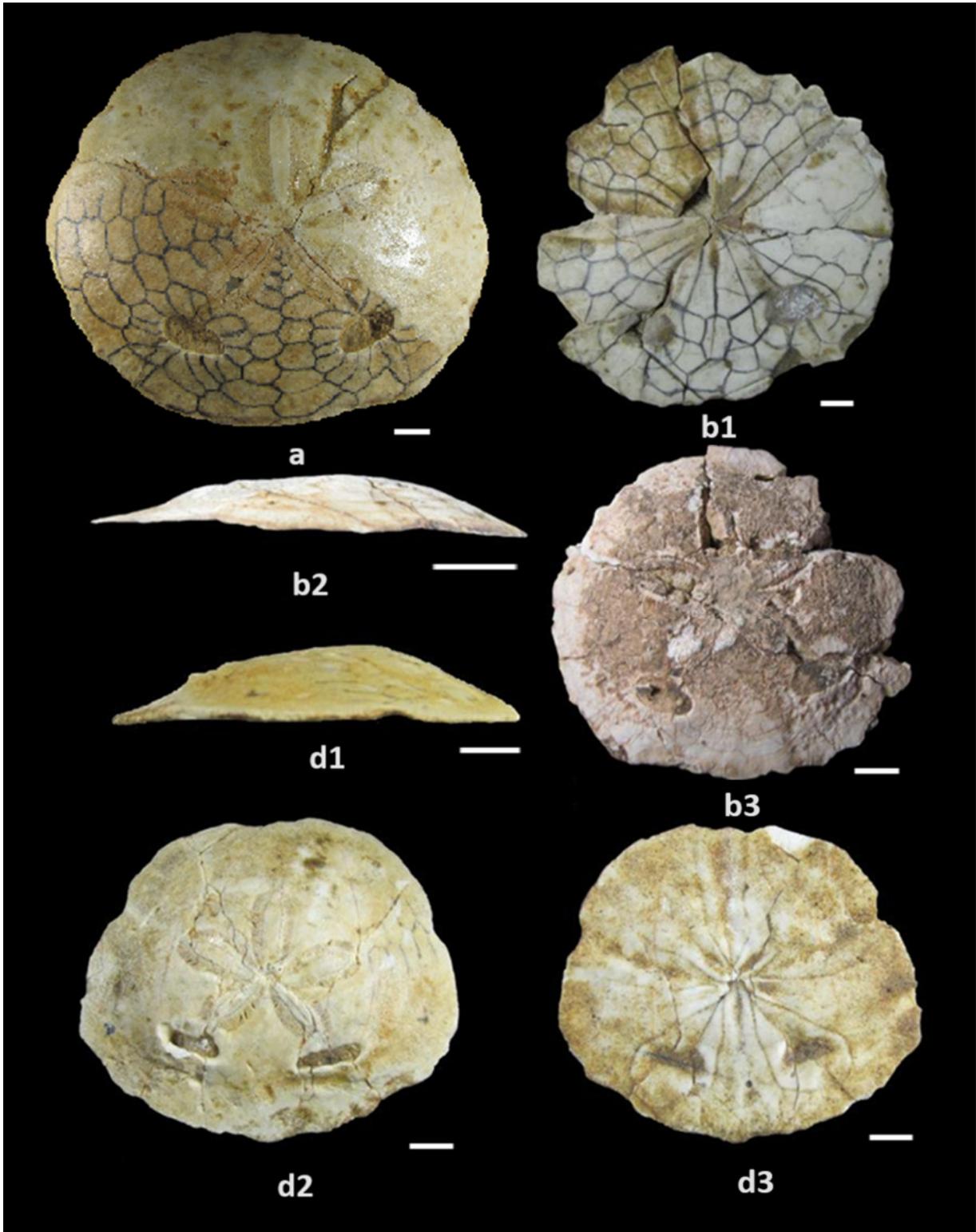


Planche XVI

Schizaster sahariensis Pomel, 1887

Spécimen **Sc-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale ;

-a4 : vue de la face postérieure ;

-a5 : vue des phyllodes et de la région orale.

Localité : région d'el Amria et Arbal (Ain Témouchent).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XVI

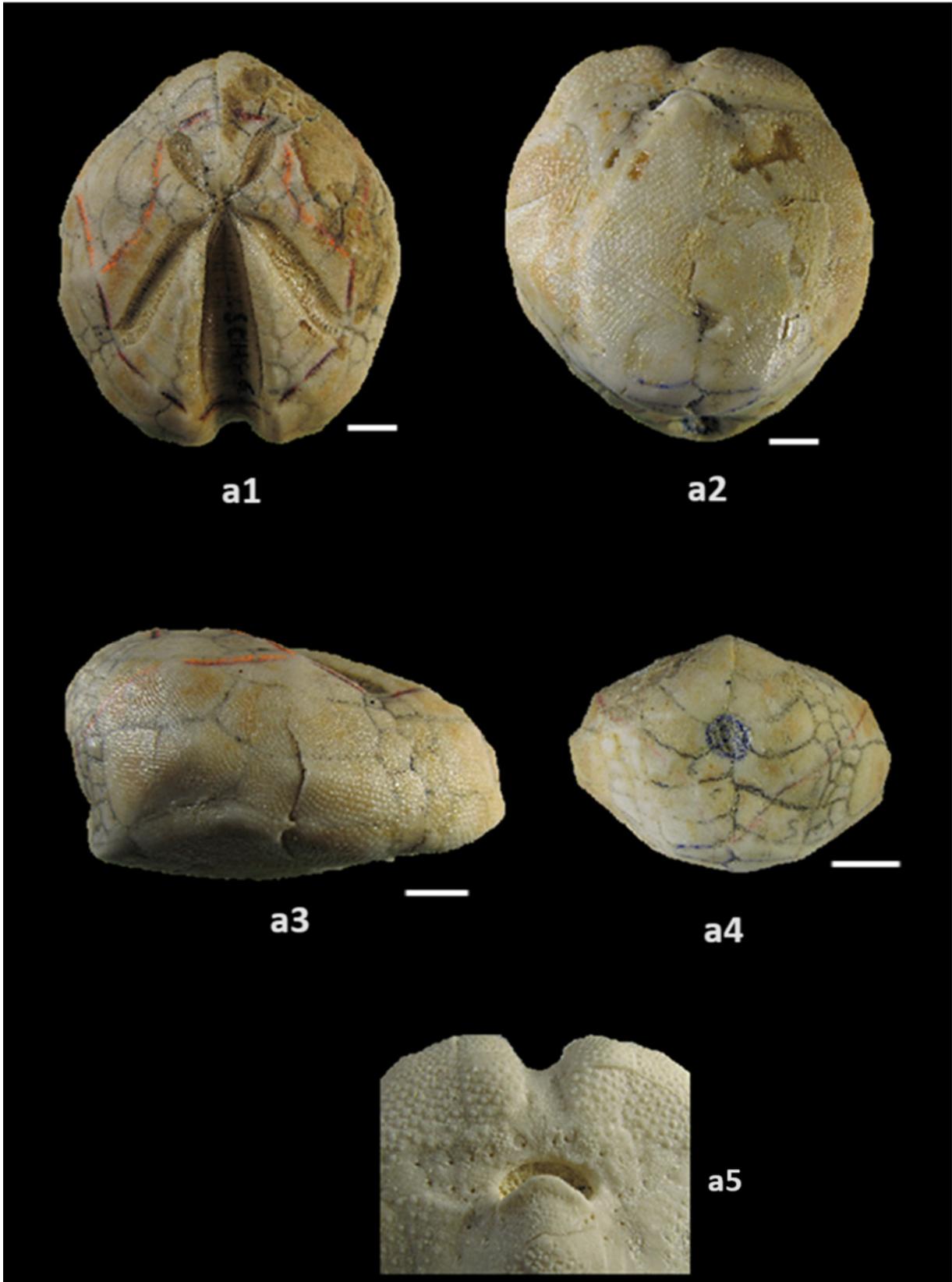


Planche XVII

Schizaster speciosus Pomel, 1887

Spécimen **S-sp-1**

- a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale.

Schizaster speciosus Pomel, 1887

Spécimen **S-sp-2**

- b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Sig.

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XVII

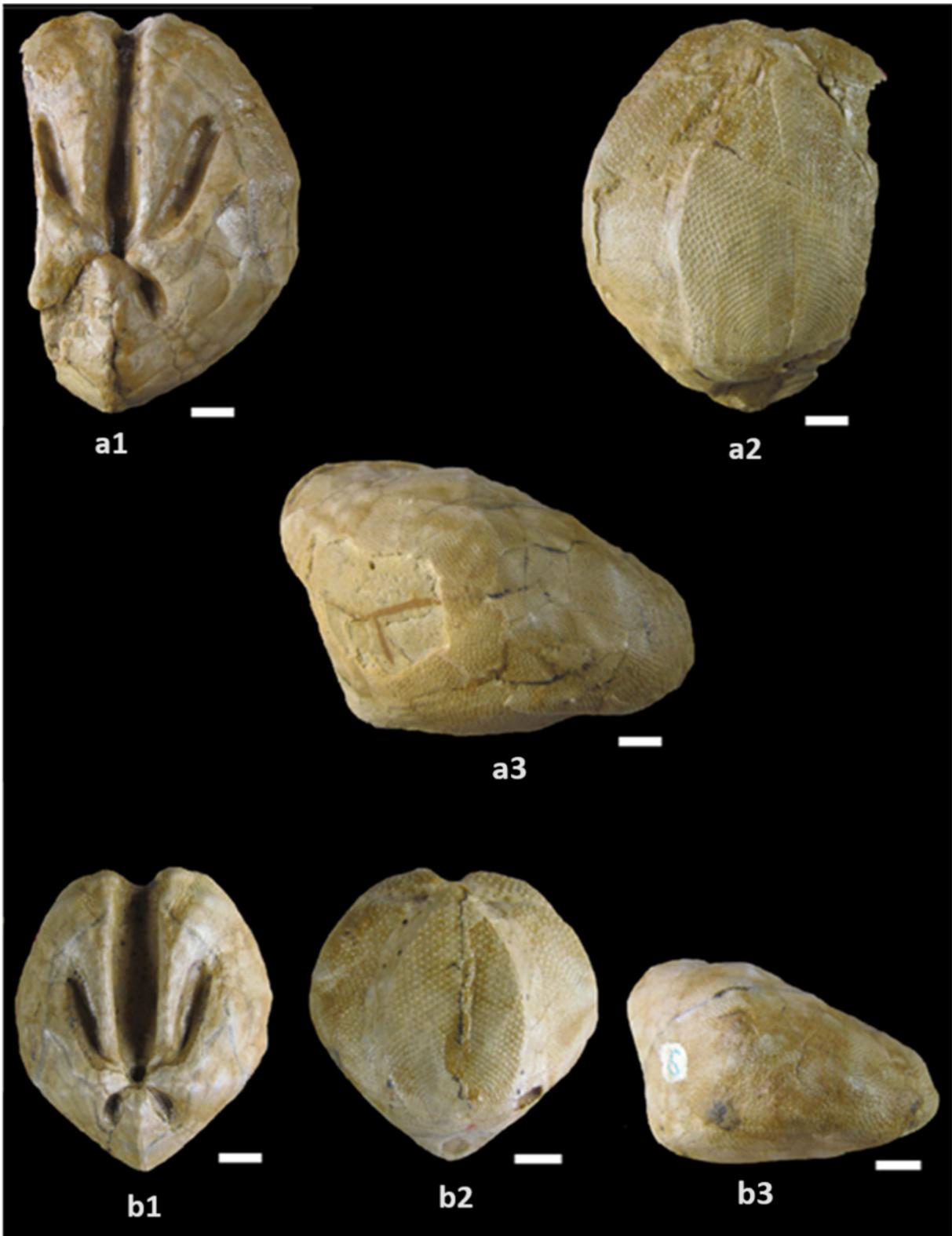


Planche XVIII

Brissopsis latipetalus Pomel, 1887

Spécimen, **S-lat-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orbitale ;

-a3 : vue orale ;

-a4 : grossissement de la région latéro-antérieure droite.

Schizaster maurus, Pomel, 1887

Spécimen **S-mau-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orbitale ;

-b3 : vue orale.

Localité : région de Sig.

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XVIII



a1



a2



a3



a4



b1



b2



b3

Planche XIX

Schizaster phrynus Pomel, 1887

Spécimen **S-ph-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale.

Schizaster phrynus Pomel, 1887

Spécimen **S-ph-2**

-b1 :vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Jdiouia (Relizane).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XIX



Planche XX

Schizaster barbarus Pomel, 1887

Spécimen **S-bar-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale ;

-a4 : vue de la face postérieure.

Localité : région de Oued Rhiou (Relizane).

Schizaster cavernosus Pomel, 1887

Spécimen, **S-cav-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale ;

-b4 : vue de la face postérieure.

Localité : région de Jdiouia (Relizane).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XX

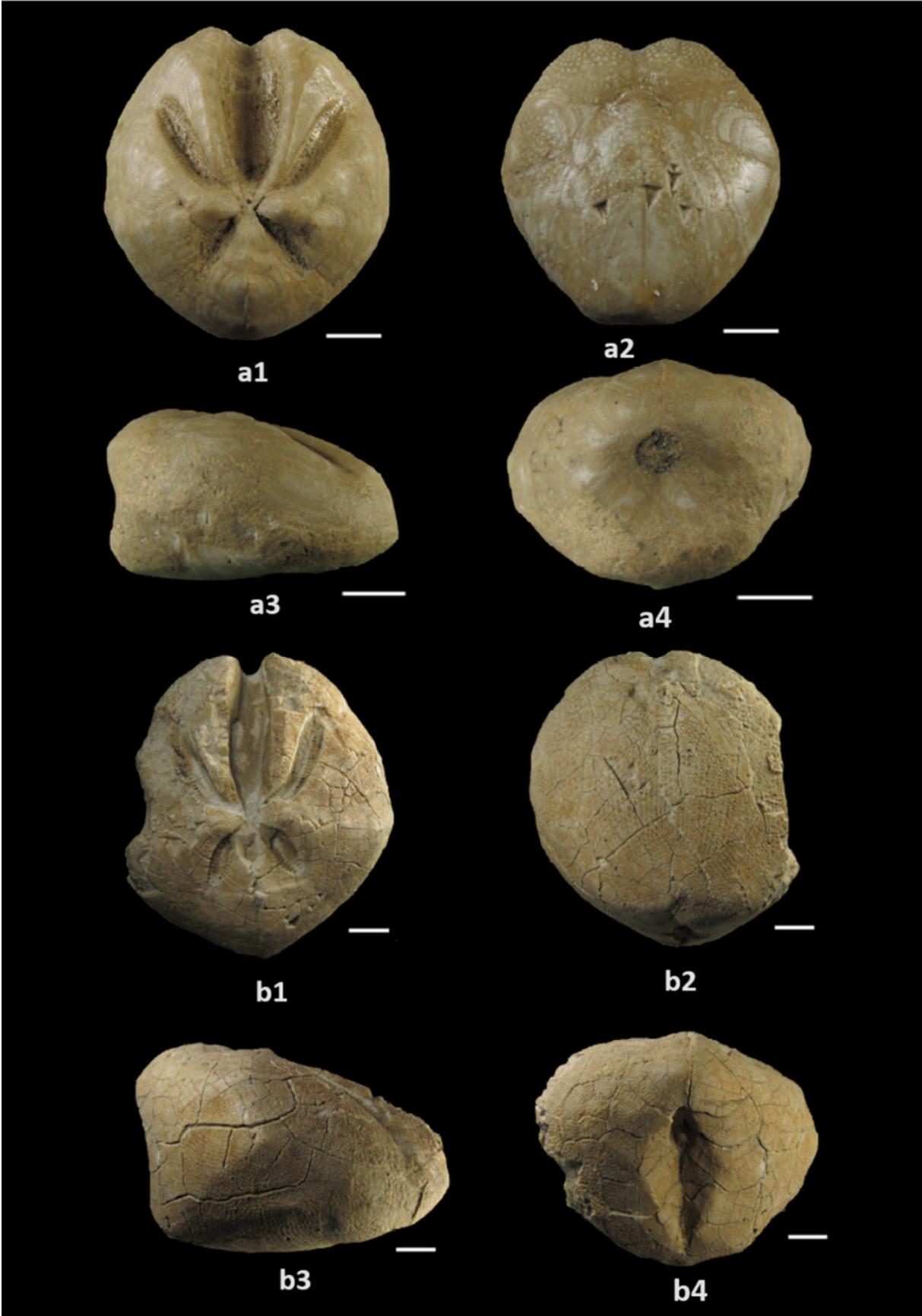


Planche XXI

Brissus unicolor (Leske, 1778)

Spécimen **B-un-1**

-a1 ;, vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale ;

-a4 : vue postérieure.

Localité : région d'el Amria (Aïn Temouchent).

Brissus unicolor (Leske, 1778)

Spécimen **B-un-2**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région d'el Amria (Aïn Temouchent).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XXI

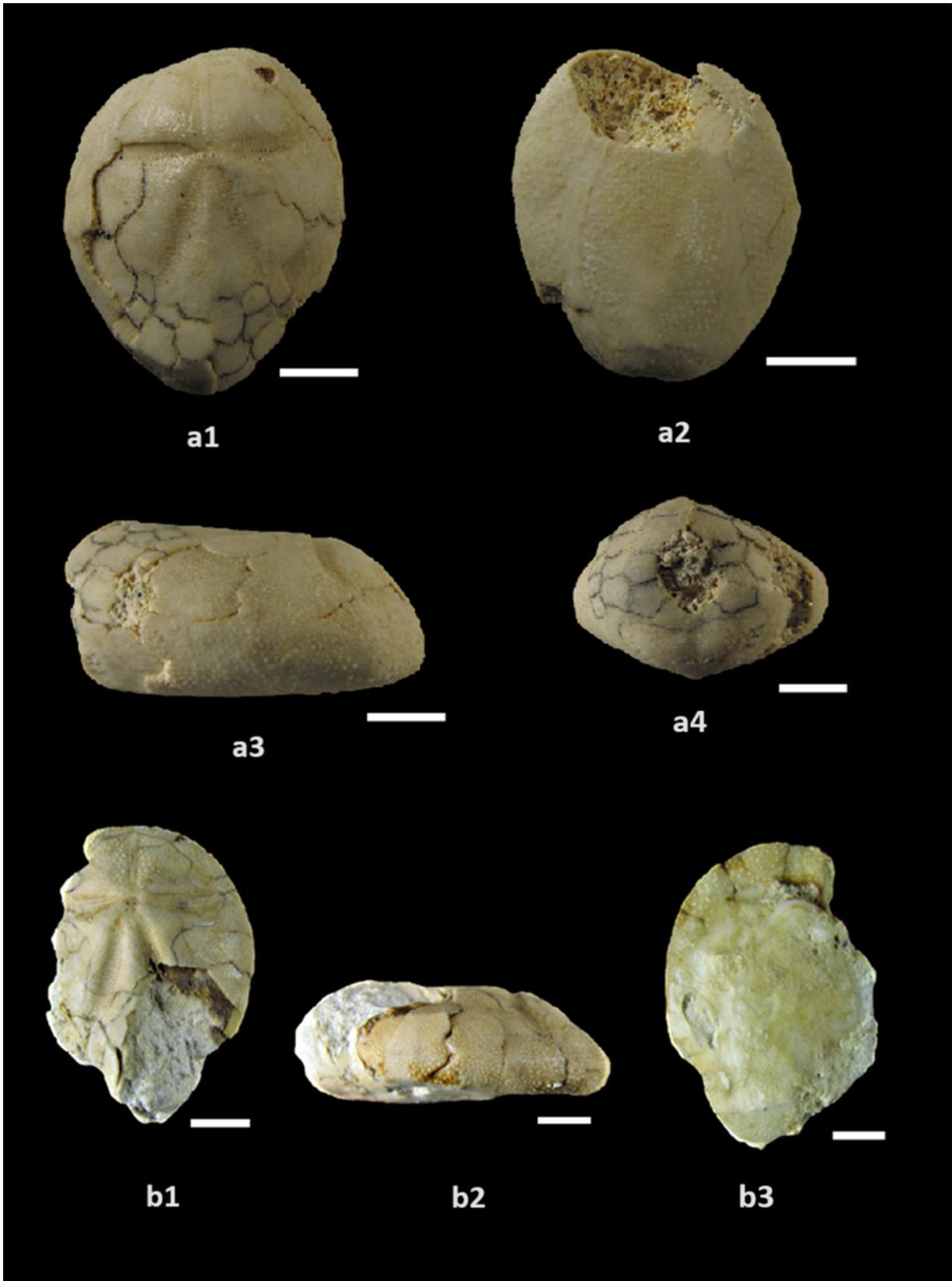


Planche XXII

Sardospatangus tesselatus, (Pomel, 1887)

Spécimen **S-tes-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale ;

-a4 : vu de la région postérieure.

Localité : région de Oued Rhiou (Relizane).

Opissaster insignis Pomel, 1883

Spécimen **OR-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Oued Rhiou (Relizane).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XXII



a1



a2



a3



a4



b1



b2



b3

Planche XXIII

Sardospatangus saheliensis (Pomel, 1887)

Spécimen **S-sah-1**

-a1 : ; vue apicale;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale.

Localité : région de Sidi Bakhti (Oran).

Sardospatangus saheliensis (Pomel, 1887)

Spécimen **S-sah-2**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orale ;

-b3 : vue orbitale.

Localité : région de Sidi Bakhti (Oran).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XXIII

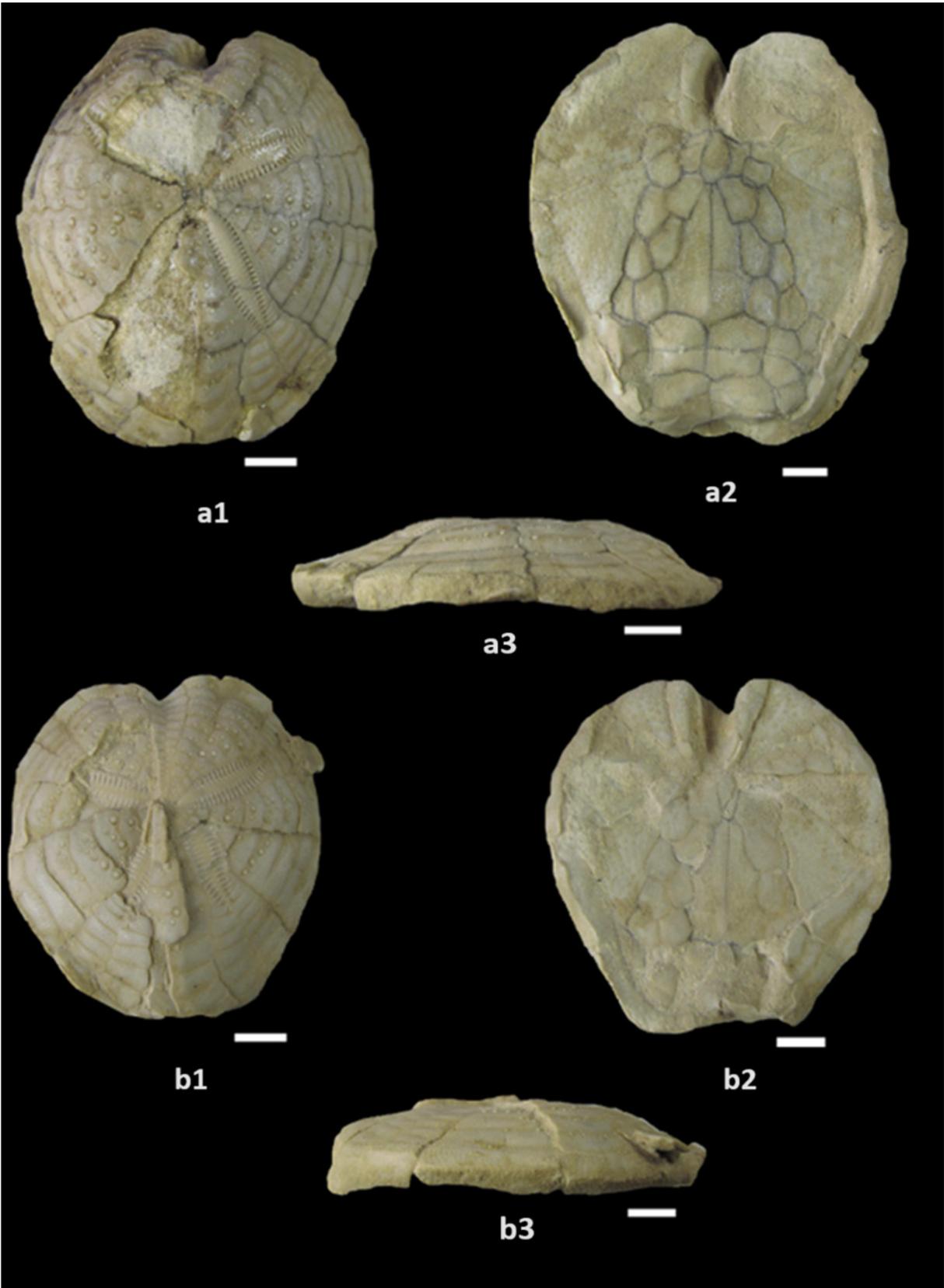


Planche XXIV

Schizobrissus mauritanicus Pomel, 1887 (forma 1)

Spécimen, **FII2 01**

-a1 : vue apicale;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale.

Localité : région de Benabdelmalek Ramdane (Mostaganem).

Schizobrissus mauritanicus Pomel, 1887 (forma 2)

Spécimen, **F11-01**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : le même spécimen, vue orale ;

-b3 : le même spécimen, vue orbitale.

Localité : région de Benabdelmalek Ramdane (Mostaganem).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XXIV



a1



a2



a3



b1



b2



b3



Planche XXV

Echinocardium depressum (Agassiz, 1847)

Spécimen **E-dm-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale ;

-a4 : vue du périprocte.

Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae (Gasco, 1876)

Specimen, **P-br-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : vue orbitale ;

-b3 : vue du périprocte.

Planche XXV

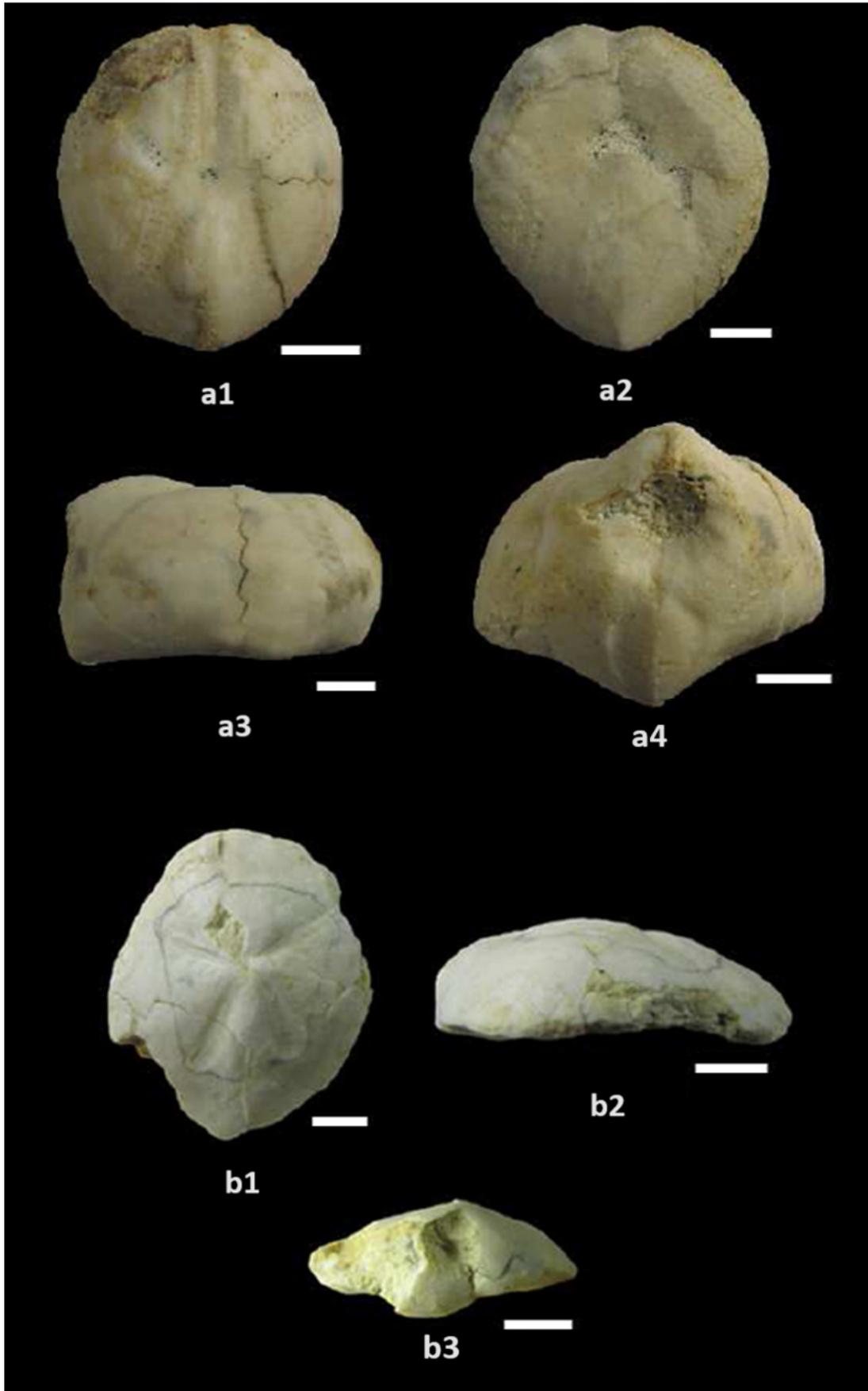


Planche XXVI

Brissopsis crescenticus Wright, 1855

Spécimen, **B-cr-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orale ;

-a3 : vue orbitale ;

-a4 : vue du périprocte ;

Localité : région d'el Amria (Aïn Temouchent).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XXVI



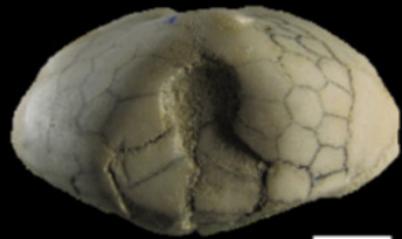
a1



a2



a3



a4

Planche XXVII

Brissopsis speciosum Pomel, 1887

Spécimen **B-spe-1**

-a1 : vue apicale ;

-a2 : vue orbitale ;

-a3 : vue orale ;

Localité : région d'Arbal (Aïn Temouchent).

Brissopsis boutyi Pomel, 1887

Spécimen, **B-bt-1**

-b1 : vue apicale ;

-b2 : le même spécimen, vue orbitale ;

-b3 : le même spécimen, vue orale ;

Localité : région de Jdiouia (Relizane).

Echelle : la barre représente 1cm.

Planche XXVII



a1



a2



a3



b1



b2



b3