

**N° d'ordre**

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran Es Sénia

Faculté des sciences de la terre, de géographie et de l'aménagement du territoire

Département des sciences de la terre

Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Biodiversité

## **Mémoire**

Présenté pour l'obtention du grade de Magister  
en Sciences de la Terre

### **OPTION**

**Paléontologie**

**Titre**

## **LES ECHINIDES MIO-PLIOCENE DE L'ORANIE SYSTEMATIQUE ET INTERET PALEOECOLOGIQUE**

Par

**BELKERCHA Mohamed**

Soutenu le 22 / 03/ 2011 devant la commission d'examen

<b>A. OUALI MEHADJI</b>	Maître de conférences	université d'Oran Président
<b>L. BELKEBIR</b>	Professeur	université d'Oran Rapporteur
<b>M. BESSEDIK</b>	Professeur	université de Chlef, Co-Rapporteur
<b>L. VILLIER</b>	Maître de conférences	université de Marseille I Examineur
<b>B. MANSOUR</b>	Maître de conférences	université d'Oran Examineur

Oran, 2011

# TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS

RÉSUMÉ

ABSTRACT

## PREMIER CHAPITRE

### GÉNÉRALITÉS SUR LES ÉCHINODERMES

1) INTRODUCTION.....	01
2) CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES ÉCHINODERMES .....	01
3) HISTOIRE DES ÉCHINODERMES.....	02
4) ANATOMIE DES ÉCHINIDES.....	02
4-1) Le test : Morphologie générale .....	03
4-1-1) La face apicale.....	03
4-1-2) Le périprocte.....	03
4-1-3) Le système apical.....	04
4-1-4) La couronne.....	05
4-1-5) La face orale .....	06
4-2) Orientation du test des échinides.....	06
4-3) Les échinides irréguliers .....	07
4-4) Modifications morphologique .....	07
4-4-1) L'anous.....	07
4-4-2) L'appareil apical.....	08
4-4-3) La bouche .....	08
4-4-4) Les ambulacres .....	08
4-4-5) Autres caractères .....	09
05) INTERÊT SCIENTIFIQUE .....	09
06) L'ETUDE DES ECHINIDES AU XIX <sup>e</sup> SIECLE.....	09

## DEUXIEME CHAPITRE

### LITHOSTRATIGRAPHIE

01) INTRODUCTION.....	14
02) CADRE GEOGRAPHIQUE.....	14
03) CADRE GEOLOGIQUE.....	15
04) BUT DU TRAVAIL .....	15
05) SITES ETUDIES.....	15
5-1) REGION DE RELIZANE.....	15
5-1-1) Coupe de Jdiouia.....	16
5-1-2) Coupe de Sidi Abdelkader .....	19
5-2) REGION DE MOSTAGANEM .....	22
-Coupe de Benabdelmalek Ramdane- plage .....	22
5-3) SECTEUR DES TESSALAS.....	25
5-3-1 Coupe du Barrage de Tafaraoui.....	25
5-3-2 Coupe d'Arbal.....	28
5-4) REGION DE SIG.....	31
-Coupe du barrage de Sig :.....	31
5-5) SECTEUR DE BENI-SAF.....	34
-Coupe de Sidi Boucif- plage.....	34

## TROISIÈME CHAPITRE

### SYSTEMATIQUE

1) INTRODUCTION.....	37
2) ORDRE DES CAMARODONTA Jackson, 1912.....	40

2-1) INTRODUCTION.....	40
2-2) PHYLOGENIE ET EVOLUTION .....	40
2-3) HIERARCHIE TAXONOMIQUE DES ECHINOIDA Claus, 1876.....	41
2-4) DESCRIPTION DE LA FAUNE RECOLTEE.....	41
-Genre <i>Schizechinus</i> Pomel, 1869.....	41
3) ORDRE DES CLYPEASTEROIDA Agassiz, 1872.....	45
3-1) INTRODUCTION.....	45
3-3) PHYLOGENIE ET EVOLUTION.....	45
3-4) HIERARCHIE TAXONOMIQUE DES CLYPEASTEROIDES Agassiz, 1872.....	46
3-5) DESCRIPTION DE LA FAUNE RECOLTEE.....	46
Genre <i>Clypeaster</i> Lamarck, 1801.....	46
4) ORDRE DES SPATANGOIDA Claus, 1876.....	51
4-1) INTRODUCTION.....	51
4-2) PHYLOGENIE ET EVOLUTION.....	52
4-3) HIERARCHIE TAXONOMIQUE DES SPATANGOIDA Claus, 1876 .....	55
4-4) DESCRIPTION DE LA FAUNE RECOLTEE.....	56
Genre <i>Schizaster</i> Agassiz. 1836.....	56
Genre <i>Brissma</i> Pomel, 1883.....	64
Genre <i>Schizobrissus</i> , Pomel, 1887.....	68
5) ORDRE DES ECHINOLAMPADOIDA Kroh et Smith, 2009.....	70
5-1) INTRODUCTION.....	70
5-2) PHYLOGENIE ET EVOLUTION ... ..	70
5-3) HIERARCHIE TAXONOMIQUE DES CASSIDULOIDA Claus, 1880.....	73
5-4) DESCRIPTION DE LA FAUNE RECOLTEE .....	73
Genre <i>Echinolampas</i> Gray, 1825.....	73

# QUATRIÈME CHAPITRE

## PALÉOÉCOLOGIE

1) INTRODUCTION.....	76
-Les processus taphonomiques.....	76
2) CARACTERISTIQUES TAPHONOMIQUES.....	77
2-1) Région de Relizane.....	77
2-1-1) Coupe de Jdiouia (Chaabat el Lebouna).....	77
2-1-2) Coupe de Sidi Abdelkader.....	78
2-2) Région de Mostaganem :.....	78
-Coupe de Benabdelmalek Ramdane-plage.....	78
2-3) Région des Tessalas.....	78
2-3-1) Coupe du Barrage de Tafaraoui.....	78
2-3-2) Coupe d'Arbal.....	79
2-4) Région de Sig .....	80
-Coupe du barrage de Sig .....	80
2-5) Région de Beni Saf.....	80
-Coupe de Sidi Boucif-plage.....	80
3) CONCLUSION.....	81
4) ETUDE PALEOECOLOGIQUE.....	81
5) ADAPTATION DE LA FORME DU TEST A L'ENFOUISSEMENT ET LA LOCOMOTION.....	82
5-1) Type globulaire.....	83
5-2) Type aplati .....	83
5-3) Type cunéiforme .....	84
5-4) Type en dôme.....	84
5-5) Type intermédiaire entre globulaire et aplati.....	84

5-6) Type intermédiaire entre globulaire et cunéiforme.....	84
<b>6) MORPHOLOGIE DU TEST EN RELATION AVEC LES FACTEURS</b>	
<b>ENVIRONNEMENTAUX.....</b>	<b>85</b>
6-1) Profil globulaire du test.....	85
6-2) Profil aplati du test.....	86
6-3) Profil en dôme.....	86
<b>7) POSITION DU PERISTOME ET DU PERIPROCTE.....</b>	<b>86</b>
<b>8) FONCTION DES EPINES DERIVEES DE LA MORPHOLOGIE DES</b>	
<b>TUBERCULES.....</b>	<b>87</b>
8-1) Echinides irréguliers.....	87
8-1-1) Aréole.....	88
8-1-2) La bosse.....	88
8-1-3) Plateforme.....	89
8-1-4) Mamelon.....	89
8-1-5) Forme du tubercule.....	89
8-2) Echinides réguliers.....	90
<b>9) LES PORES .....</b>	<b>91</b>
9-1) Échinides régulier.....	91
9-1-1) Isopores séparés.....	92
a) Isopores de type P1.....	92
b) Isopores de type P2.....	92
c) Isopores de type P3.....	92
d) Isopores de type P4.....	93
9-1-2) Pores conjugués.....	93
a) Isopores de type C1.....	93
b) Isopores de type C2.....	94

9-1-3) Signification fonctionnelle de la structure des pores.....	94
a) La forme des isopores.....	94
b) Taille de la zone d'attachement.....	94
c) Forme et taille de la partition inter-porale.....	94
d) Présence de sillon interporal.....	95
e) Canal neural.....	95
f) Substrat et énergie du milieu.....	95
g) Respiration et température.....	95
9-2) Échinides irréguliers.....	96
9-2-1) relation des podias avec le nombre de pores.....	96
9-2-2) Divergence. des pores .....	96
9-2-3) Forme globale des isopores.....	96
9-2-4) La taille .....	97
9-2-5) Forme des unipores.....	97
9-2-6) Canal neural.....	97
9-2-7) Zone d'attachement.....	97
9-2-8) Zone péripore.....	97
9-2-9) Partition inter porale.....	97
10) PALEOECOLOGIE DES ECHINIDES DE LA REGION D'ETUDE.....	98
10-1) Genre <i>Schizechinus</i> Pomel, 1869.....	98
10-2) Genre <i>Schizaster</i> Agassiz, 1836.....	99
10-3) Genre <i>Schizobrissus</i> Pomel, 1887.....	101
10-4) Genre <i>Brissopsis</i> Agassiz, 1847.....	103
10-5) Genre <i>Clypeaster</i> Lamarck, 1801.....	104
10-6) Genre <i>Echinolampas</i> Gray, 1825.....	106
11) RESULTATS PALEOECOLOGIQUES.....	108
12) CONCLUSION GENERALE.....	110

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....113

PLANCHES

GLOSSAIRE



## Liste des tableaux et figures

Figure. 1 : Morphologie des échinides réguliers.....	03
Figure. 2 : Le periprocte .....	04
Figure. 3 : Le système apical .....	05
Figure. 4 : Orientation des échinides .....	06
Figure. 5 : Migration de l'anus et de la bouche .....	08
Figure. 6 : Localisation des sites étudiés.....	14
Figure. 7 : Site de Jdiouia.....	16
Figure. 8 : Colonne lithologique de la coupe de Jdiouia.....	18
Figure. 9 : Colonne lithologique de la coupe de Sidi Abdelkader (Jdiouia).....	20
Figure. 10: Site de Ben Abdelmalek Ramdane- plage.....	22
Figure. 11 : Colonne lithologique de la coupe de Ben Abdelmalek Ramdane- plage.....	24
Figure. 12 : Site de Tafaraoui, extrait de la carte 1/50 000.....	25
Figure. 13: Colonne lithologique de la coupe de Tafaraoui.....	27
Figure. 14 : Site d'Arbal.....	28
Figure. 15 : Colonne lithologique de la coupe d'Arbal .....	30
Figure. 16 : Site de Sig extrait de la carte de Sig 1 /50 000.....	31
Figure. 17 : Colonne lithologique de la coupe de Sig.....	33
Figure. 18 : Site de Beni Saf .....	34
Figure. 19 : Colonne lithologique de la coupe de Beni Saf.....	35
Figure. 20 : Classification des échinides réguliers.....	38
Figure. 21 : Classification des échinides irréguliers.....	39
Figure. 22 : Fascioles des spatangoides.....	51
Figure. 23 : Arbre phylogénique des spatangoides.....	54
Figure. 24 : Phylogénie des Echinolampadidae.....	72
Figure. 25 : Les quatre types morphologiques du test des échinides irréguliers (d'après Kanazawa, 1992).....	83
Figure. 26 : Structure du tubercule (d'après Smith, 1980) .....	87
Figure. 27 : Distorsion de la symétrie radiale des tubercules sur une surface inclinée (d'après Smith, 1980).....	90

Figure. 28 : Les deux systèmes d'attachement des radioles sur les tubercules (d'après Smith, 1980).....	91
Figure. 29 : Isopores type ; 1, 2, 4 avec les podia associés, (d'après Smith 1978).....	93
Figure. 30 : Isopores type ; C1, C2, avec les podia associés (d'après Smith 1978).....	94
Figure. 31 : Forme du test chez <i>Schizaster</i> Agassiz, 1836.....	99
Figure. 32 : Forme du test chez <i>Schizobrissus mauritanicus</i> Pomel, 1887.....	101
Figure. 33: Forme du test chez <i>Brissopsis lyrifera</i> Forbres, 1841.....	103
Figure. 34 : Forme du test chez <i>Clypeaster</i> Lamarck, 1801.....	105
Figure. 35 : Forme du test chez <i>Echinolampas costatus</i> Pomel, 1887.....	106
Figure. 36 : Forme du test chez <i>Hypsoclypus sp</i> et <i>Echinolampas abriviatus</i> Pomel, 1887.....	108
Figure. 37 : la densité de la couverture d'épines de la face apicale en relation avec la nature du substrat d'enfouissement.....	110
Tableau. 1 : Tableau récapitulatif de la paléoécologie des échinides étudiés.....	112

## **Avant propos**

Au terme de ce travail, il m'est très agréable d'exprimer mes remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Mes remerciements s'adressent tout d'abord et en particulier aux membres du jury.

A Monsieur A.Ouali de l'Université d'Oran qui a accepté de présider ce jury.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Monsieur L. Belkebir professeur de l'Université d'Oran de m'avoir orienté le long de la réalisation de ce travail par sa sagesse, ses conseils, ses directives et critiques constructives.

A mon Co-Rapporteur Monsieur M. Bessedik, Recteur de l'Université de Chlef.

A Monsieur B. Mansour maître de conférences de l'Université d'Oran, qui a accepté de faire partie de ce jury.

A Monsieur M. Mahboubi professeur de l'Université d'Oran, pour ces encouragements et sa sympathie.

Je tiens à remercier également Monsieur L. Villier maître de conférences de l'Université de Provence, d'avoir co-diriger mon travail pendant le stage effectué au Laboratoire de Géologie des Systèmes et Réservoirs Carbonatés et d'avoir mis à ma disposition tout les moyen nécessaire au bon déroulement de mon séjour au laboratoire.

A Madame Coiffé pour sa gentillesse et son accueil lors de mon passage à la bibliothèque Ainsi qu'à tous les membres du laboratoire.

A tous les membres du département de géologie de l'Université d'Oran en particulier Messieurs : Tabeliouna et Bouterfa.

A mes amies et collègues A. Belhadji, M. Bendella et B. Madani pour leur aide et leurs encouragements en particulier au début de l'élaboration de ce mémoire.

A mon ami M. Sebai pour son aide lors de mes sorties sur le terrain et qui était toujours disponible et très patient.

Mes vifs et sincères remerciements à tous mes collègues et amis : Omar, Ray, M<sup>me</sup> L. Bouterfa, M<sup>me</sup> F. Yacef, M<sup>elle</sup> B. Bouzghoud ainsi qu'à tous ceux dont je n'ai pas mentionnés leurs noms.

Enfin ma gratitude et remerciement à mes parents et surtout à ma mère qui n'est plus de ce monde.

A ma femme pour son aide et sa patience tout au long des années de l'élaboration de ce mémoire.

## Résumé

L'Oranie abrite d'importants gisements d'échinides. Ces organismes du fait de leurs caractères purement marin, leur répartition et leurs différentes stratégies écologiques constituent d'importants indicateurs paléoécologiques.

Cette faune Néogène récoltée à travers la région de Relizane, Mostaganem, Oran, Sig et Beni Saf est constituée de dix neuf espèces : deux espèces d'échinides réguliers de l'ordre des Echinoida et dix sept espèces d'échinides irréguliers appartenant à cinq genres dont trois genres de l'ordre des Spatangoida appartenant à deux familles (Schizasteridae et Brissidae). L'ordre des Echinolampadoida est représentée par le genre *Echinolampas* qui renferme trois espèces et enfin l'ordre des Clypeasteroida représenté également par trois espèces.

Constituant une faune épibenthique à affinité pour les milieux algaïres, le genre *Schizechinus*, récolté à travers les gisements de la région d'Oran, est un échinide indicateur de la zone infralittorale supérieur à moyenne énergie et à climat subtropical. L'oursin irrégulier *Schizaster*, le plus fréquent à travers les différents gisements étudiés, est un échinide fouisseur profond dans un substrat vaseux ou vaso-sableux dans un milieu sublittoral de faible à moyenne énergie, le genre *Brissopsis*, vit enfouis dans la tranche superficielle des sédiments vaseux à de plus grandes profondeurs. Le reste de la faune est représenté par des échinides irrégulier *Echinolampas*, *Clypeaster* et *Schizobrissus*, qui jalonnent les édifices récifaux ou les zones côtières à forte énergie à substrat sableux dans un climat chaud (tropical ou subtropical).

**Mots clés :** Echinides, Néogène, paléoécologie, épibenthique, subtropical, sublittoral, gisement, Oranie

## Abstract

Oran region, shelters significant layers of Echinoids, these organisms because of their purely marine characters, their distribution and their various ecological strategies, constitute significant paleoecologic indicators.

This Neogen fauna, collected through the area of Relizane, Mostaganem, Oran, Sig, and Beni Saf, consists of nineteen species: two species of regular echinoids belonging to the order of Echinoida and seventeen species of irregular ones divided in five genera of which three are order of spatangoida distributed in two families (Schizasteridae and Brissidae). The order of Echinolampadoida is represented by the genera *Echinolampas* with three species and finally the order of Clypeasteroida also with three species.

Constituting an epibenthic fauna with affinity for the algal environments, the genus *Schizechinus* collected through the layers of the area of Oran is an echinoid indicator of a reef environment in the infratidal zone with higher to moderate water energy, in subtropical climate. The irregular sea urchin, *Schizaster*, the most frequent through the different layers studied, is a deeper borrowing echinoid, in a muddy or sandy-mud substrate in a supra to infratidal, zone with weak to moderate water energy. The genus, *Brissopsis*, is a deeper sea urchin, constitute, a fauna in great depths where it life burrowed in the upper part of the muddy sediment layer.

The remainder of this fauna is represented by irregular Echinoids *Echinolampas*, *Clypeaster* and *Schizobrissus*, which mark out the reef constructions or the coastal zones with strong water energy and sandy substrate in a subtropical climate.

**Key words:** Echinoids, Mio-Pliocene, paleoecology, epibenthic, infratidal, sublittoral, layers

**PREMIER CHAPITRE**  
GÉNÉRALITÉS SUR LES ÉCHINODERMES

## 1) INTRODUCTION

L'Algérie dispose de prodigieux gisement d'échinides fossiles ce qui a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs particulièrement pendant la période coloniale.

Ces études avaient un aspect purement stratigraphique sans pour autant négliger les données paléontologique ; on peut citer les travaux de Pomel (1862 ; 1873) sur la province de Constantine et sur le massif de Miliana.

Le même auteur durant les années (1883 ; 1885) a réalisé deux ouvrages dans le cadre de l'élaboration des matériaux pour la carte géologique d'Algérie qui comportaient une étude sur les échinides tertiaires de la province d'Oran et de Kef Ighoud (Tniet el Had).

De même Cotteau *et al*, (1883) dans une étude qui comportait les espèces Jurassiques, Crétacé et Tertiaires. Mais ces études ne dépassaient pas l'identification, la description et l'inventaire inévitablement partiel compte tenu de l'étendu du sol algérien.

Actuellement les échinides sont utilisés pour la reconstitution paleoécologique, c'est dans cette optique que s'inscrit le présent travail.

## 2) CARACTERES GENERAUX DES ECHINODERMES

Les échinodermes sont des organismes caractérisés par un endosquelette dermique constitué de sclérites dermiques (holothuries) ou regroupés en plaques et piquants mobiles (étoiles de mer, ophiures) ou soudées (oursins). L'ensemble des plaques sous-épidermiques soudées des oursins est appelée un test.

L'adulte présente la plupart du temps une symétrie d'ordre cinq, parfois trois chez certains fossiles attribués à ce groupe. Chez certaines formes une symétrie bilatérale secondaire apparaît.

Les formes fossiles les plus étudiés sont celles qui présentent un test plus aisément fossilisables en particulier les Blastoïdes, les Crinoïdes et les Échinoïdes.

Les échinodermes ne sont plus représentés aujourd'hui que par 5 classes ; les Astérides, les Crinoïdes, les Echinides, les Ophiurides et les Holothuries.

### **3) HISTOIRE DES ECHINODERMES**

Le plus vieil échinoderme *Arkarua* date du Précambrien. Une vaste radiation au Cambrien donne naissance à un grand nombre de classes éteintes. Les groupes actuels se séparent dès l'Ordovicien. A la fin de l'ère Primaire les Blastoïdes sont de loin les plus diversifiés. La crise de la limite Permo-Triasique affecte fortement l'ensemble des groupes : les Blastoïdes disparaissent, et un très petit nombre de groupes (9 lignées) passent cette limite (Permo-Triasique).

Ces lignées se diversifient au Trias et des formes nouvelles se mettent en place. Une large majorité disparaît au cours d'une seconde crise majeure entre le Trias et la Jurassique. Tous les groupes actuels se mettent en place à partir du Jurassique et il existe assez peu de familles ou d'ordres qui aient disparu depuis cette date sachant que la crise Crétacé Tertiaire n'a quasiment aucun effet sur la diversité des échinodermes. Cette histoire faite d'extinctions massives et de diversifications majeures bien circonscrites dans le temps fait des échinodermes un groupe important pour la compréhension des modalités évolutives à grande échelle (macroévolution).

### **4) ANATOMIE DES ÉCHINIDES**

Cette classe d'échinodermes non fixés regroupe des genres exclusivement marins et vivant dans presque tous les niveaux bathymétriques. Comme tous les échinodermes, les échinides possèdent une symétrie pentaradiaire particulièrement nette chez les oursins réguliers.



#### 4-1) Le test : morphologie générale

Le test calcaire constitué de plaques imbriquées portant des appendices externes mobiles : les pédicellaires et les radioles. La forme sphérique ou sub-sphérique chez les oursins réguliers devient plus aplatie chez les oursins irréguliers.

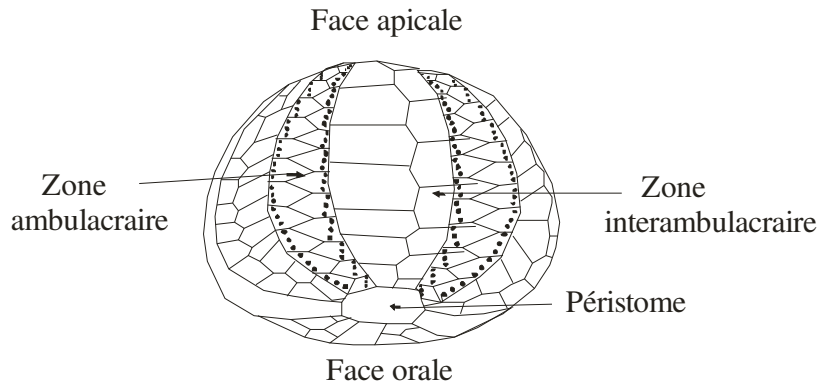


Fig. 1 : Morphologie d'échinidé régulier (D'après Delage et Hérouard, 1904).

Le test des échinides réguliers (fig.1) globuleux comporte deux faces définies par la présence d'une des extrémités du tube digestif : la face apicale est définie par l'appareil apicale.

##### 4-1-1) La face apicale

C'est la face supérieure de l'individu en position de vie. Elle correspond au sommet (*apex*) du test d'où son nom de face *apicale*. Elle se trouve à l'opposé de la face portant la bouche d'où encore le nom de face *aborale*. Ces quatre dénominations sont équivalentes.

La face apicale généralement bombée est constituée d'un nombre variable de plaques appartenant à trois systèmes distincts : le périprocte, le système apical et la couronne.

##### 4-1-2) Le périprocte

C'est une large ouverture (Fig. 2) recouverte par une membrane au milieu de laquelle s'ouvre l'anus. Elle est consolidée par des plaques calcaires : les plaques périproctales. La disposition centrale de l'anus devient parfois légèrement excentrique mais le périprocte situé à l'intérieur du

système apical garde son caractère endocycle comme chez les oursins réguliers. Chez d'autres genres, le périprocte est rejeté hors du système apical en direction d'une aire interambulacraire postérieure : la disposition est alors dite exocycle (cas des oursins irréguliers).

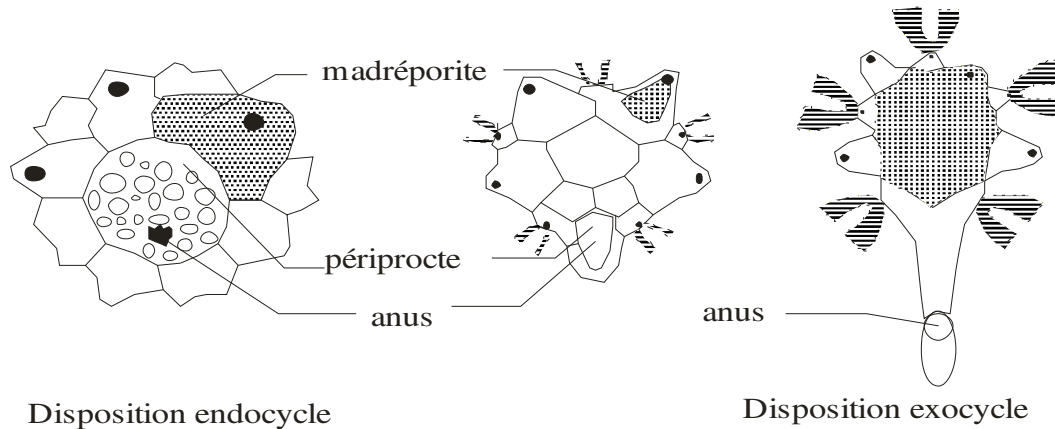


Fig. 2 : Le périprocte (D'après Grassé, 1961)

#### 4-1-3) Le système apical

Entourant le périprocte (Fig.3), il est constitué par deux cycles de plaques apicales comprenant : cinq grandes plaques calcaires les plaques génitales (inter radiales) qui portent chacune un pore génital. Une d'entre elles, souvent la plus grosse, est percée de multiples pores reliés au système aquifère, c'est la plaque madréporique ou madréporite. En alternance avec les précédentes se trouvent cinq plaques calcaires plus petites : les plaques ocellaires portant chacune un pore ocellaire. Lorsque le cycle de plaques ocellaires est à l'extérieur du cycle de plaques génitales la disposition est dite dicyclique. Lorsque le cycle de plaques ocellaires se trouve au même niveau que le cycle de plaques génitales la disposition est dite monocyclique enfin lorsque les plaques ocellaires sont intercalées entre les plaques génitales, la disposition est dite intermédiaire.

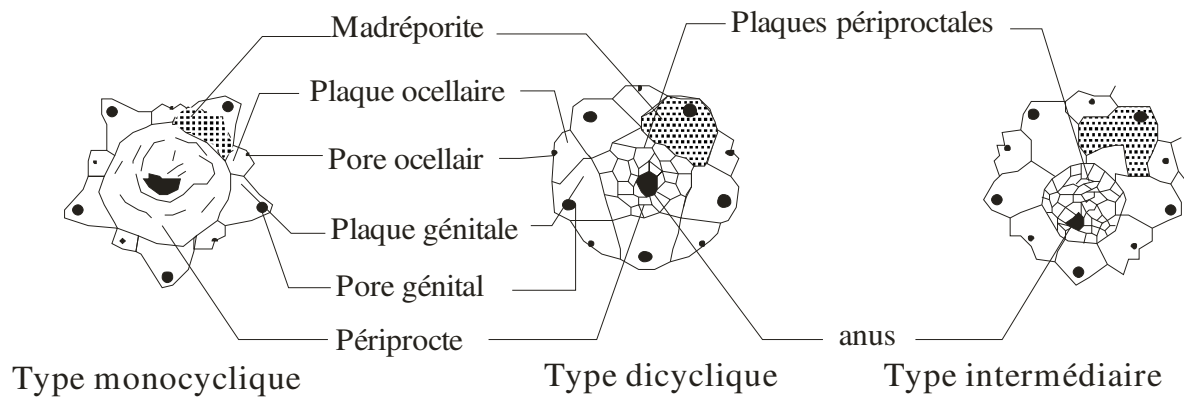


Fig. 3 : Le système apical (D'après, Grassé 1961)

#### 4-1-4) La couronne

En fait, la couronne n'est pas limitée à la seule face apicale elle se poursuit sur la face orale avec les mêmes caractéristiques. Elle comprend typiquement deux catégories de plaques : les plaques interambulacraires alignées en deux rangées et constituant les aires interambulacraires.

Les aires interambulacraires sont disposées en face des plaques génitales et sont généralement les plus larges. Les plaques interambulacraires peuvent être ornées de tubercules qui constituent l'articulation des radioles.

Les plaques ambulacraires (disposées en face des plaques ocellaires) s'organisent en deux rangées constituant les aires ambulacraires. Elles sont percées de pores ambulacraires et sont parfois de tubercules.

Les "piquants"(ou radioles) des échinides s'insèrent sur des tubercules eux-mêmes composés d'une base conique et d'un mamelon. Suivant les groupes, radioles et tubercules sont perforés ou non. La forme des radioles est variable et souvent en rapport avec le mode de vie : les oursins des fonds rocheux ont de gros radioles plus ou moins trapus alors que les oursins fouisseurs ont des radioles beaucoup plus fins et plus nombreux.

#### 4-1-5) La face orale

C'est la face inférieure de l'individu en position de vie (Fig. 1). Sa forme parfois bombée, est généralement plus plane que celle de la face apicale surtout chez les oursins irréguliers. Elle est constituée de deux systèmes distincts : la couronne et le système péristomial. Le péristome qui constitue la partie centrale de la face inférieure est une ouverture plus ou moins circulaire tendue d'une membrane supportant ou non des plaques et laissant passer, quand il existe, l'appareil masticateur (lanterne d'Aristote).

La périphérie du péristome peut être continue et l'ouverture est alors dite holostome. Parfois peuvent apparaître cinq paires de scissures branchiales au niveau des plaques interambulacraires ; l'ouverture est alors dite glyphostome.

#### 4-2) Orientation du test des échinides

Le système apical est placé au-dessus du test ; la plaque madréporique est immédiatement à droite de l'aire ambulacraire qui correspond au Nord; le plan Nord-Sud est le plan principal ou plan de Loven (spatangien); l'arrière est vers le Sud sens de migration de l'anus; l'avant est vers le Nord ; sens de migration de la bouche (fig.4).

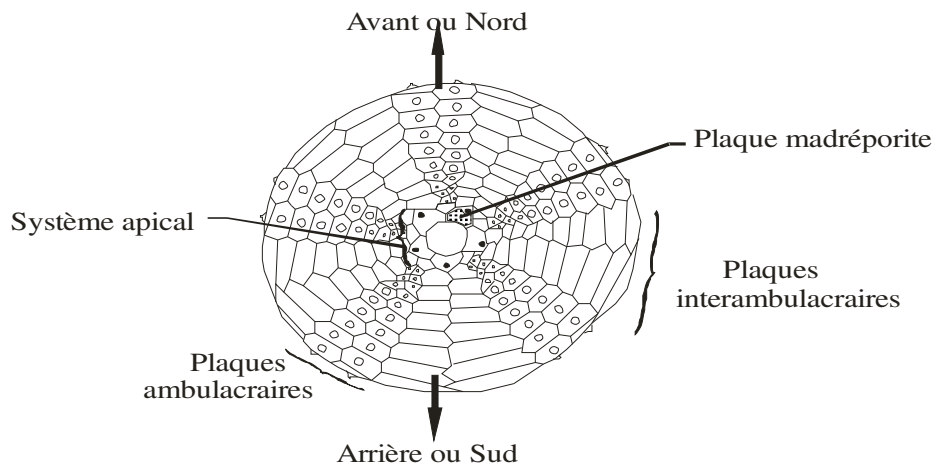


Fig. 4 : Orientation des échinides (d'après Melville et Durham, 1966).

### **4-3) Les échinides irréguliers**

Les oursins irréguliers identifiés comme clade *Irregularia* Latreille, 1825 (Kier, 1977, 1982; Smith, 1984, 1988). Ce clade inclut des formes diverses qui constituent presque 60% espèces existantes des échinidés (calculés d'après Kier, 1974).

L'établissement d'un axe postéro antérieur de la symétrie bilatérale secondaire dans les tests à symétrie pentaradial d'*Irregularia* les distingue des autres oursins globuleux (parfois référés en tant qu'oursins réguliers).

Les échinidés irréguliers sont exclusivement des espèces microphages qui peuvent seulement ingérer les petites particules d'aliments (Ridel et Laurent, 1982). Ces comportements alimentaires impliquent la spécialisation de la forme et des appendices du corps pour l'alimentation et le déplacement sur ou à l'intérieur des dépôts mous (Kier, 1974; Smith, 1981; Kanazawa, 1992; Telford et Mooi, 1996).

### **4-4) Modification morphologiques chez les oursins irréguliers.**

Le passage du type régulier au type irrégulier (cas des oursins irréguliers) s'accompagne de modifications morphologiques affectant plus ou moins intensément les différents systèmes abordés plus haut :

#### **4-4-1) L'anús.**

L'anús toujours inclus dans le péripacte peut migrer en dehors du système apical dans l'aire interambulacraire postérieure donc vers le Sud. Il devient alors exocycle (Fig.3). Suivant les genres, il peut se trouver sur la face apicale (*Clypeus*) ou sur le bord (*Echinocardium*) ou même sur la face infère (*Echinocorys*). La migration a lieu dans le plan de symétrie bilatérale. L'aire interambulacraire postérieure est parfois creusée par un sillon anal (*Clypeus*).

#### 4-4-2) L'appareil apical.

L'appareil apical toujours sur le sommet de la face apicale peut subir des modifications tant morphologiques (il peut s'allonger) que structurales. Chez les réguliers, l'appareil apical pentabasal comporte cinq plaques génitales. Chez les irréguliers les plaques génitales se modifient en forme et en nombre : on en trouve ainsi quatre chez *Clypeus* (appareil apical tétrabasal) et une seule chez *Clypeaster* (appareil apical monobasal).

#### 4-4-3) La bouche.

Elle peut migrer dans le même plan que l'anus mais en sens inverse c'est-à-dire vers l'avant (Nord). Cependant elle n'atteint jamais la face supérieure. Parallèlement à cette migration l'appareil masticateur peut disparaître (fig.5).

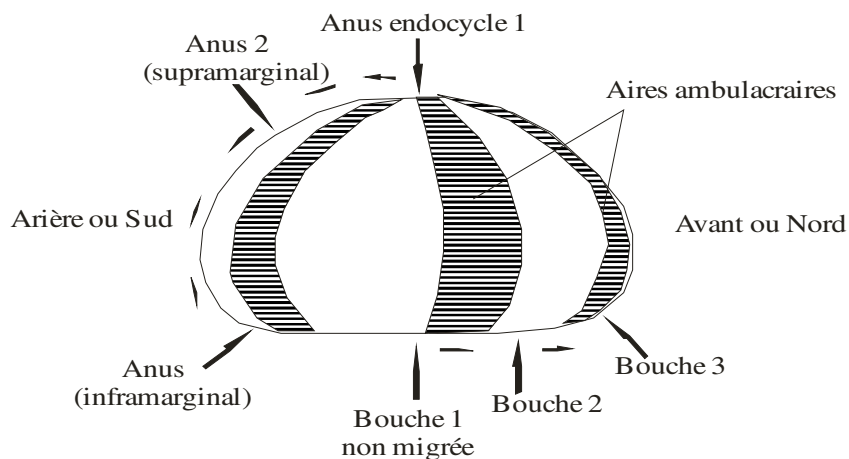


Fig. 5: Migration de l'anus et de la bouche (d'après Nichols, 1959)

#### 4-4-4) Les ambulacres

Les aires ambulacraires peuvent être sinueuses, se réduire et ne plus exister que sur la face supérieure où elles prennent une disposition appelée pétaloïde. Les pores ambulacraires s'allongent en fentes. Les pétales font fonction de véritables branchies ambulacraires.

#### **4-4-5) Autres caractères**

La forme générale du test tend à se modifier par allongement ou par aplatissement. L'ornementation de tubercules peut se modifier par réduction de taille, différenciation et multiplication ou par disparition complète. Ces tubercules laissent la place à des bandelettes appelées fascioles.

#### **5) INTERÊT SCIENTIFIQUE DES ECHINIDES.**

Du fait de la résistance de leur test et de leur vie dans ou sur le sédiment, les échinodermes fossiles sont souvent très bien conservés.

Les échinides sont très intéressants pour les études des processus évolutifs en particulier l'évolution du développement : l'abondance des fossiles dans un gisement et leur bonne conservation donnent accès à plusieurs stades du développement du juvénile à l'adulte.

De plus l'âge adulte correspondant à la maturité sexuelle qui se marque par l'ouverture des pores génitaux sur les plaques génitales ; caractère fossilisable. Il est donc possible par exemple, de comparer le développement de deux espèces, l'une étant supposé descendante ou proche parente de l'autre et d'analyser les modifications de forme en termes d'hétérochronies du développement.

Certains caractères, comme la forme du test ou la taille et la surface relative des aires ambulacraires sont en relation avec l'oxygénation, la température et la bathymétrie du milieu de vie. (Langlois, 2006)

#### **6) L'ETUDE DES ECHINIDES AU XIX<sup>em</sup> SIECLE.**

La classe des échinides comprend des animaux auxquels leur aspect épineux donne une physionomie spéciale qui ne permet la confusion avec aucun autre organisme. Ses caractères

taxonomiques nets et homogènes dans toute la série, en font un des types les mieux déterminés et les mieux définis. Ils sont répandus dans toutes les mers actuelles où on connaît près de 950 espèces et ils ont vécu en grand nombre dans les mers de toutes les périodes géologiques. A partir des premiers temps paléozoïques, ils se sont montrés avec des caractères spéciaux indiquant de l'une à l'autre des modifications plus ou moins profondes. Cette classe est l'une des mieux représentée dans les collections paléontologiques. Elle le doit moins à son abondance relative qu'à la nature en général de son test (squelette) qui en a facilité la conservation dans les sédiments marins de tous les âges géologiques. La complication étonnante de structure de ce test et l'importance des organes qui lui sont liés sont d'importants éléments de détermination et servent à l'établissement de la classification (Pomel 1885).

Aristote (381-322 av. J-C) est le premier naturaliste qui ait proposé une classification et une description des échinides au livre IV chapitre V de son histoire des animaux.

Klein (1734) est un des scientifiques qui avec Leske (1778) doit être considéré comme le fondateur de l'échinologie. C'est d'ailleurs Klein qui le premier a proposé le terme de «*Echinodermata* ».

Ce n'est toutefois qu'après le premier quart du XIX<sup>e</sup> siècle que les recherches ont pris un caractère de précision.

Dès 1825, Gray publia un premier essai de disposition méthodique dans lequel il s'était inspiré d'un tableau antérieur de Latreille (1825).

1° un « typical group » pour les réguliers de Latreille avec deux familles : cidaridae et echinidae;  
2° un « annectant group » pour les irréguliers du même, avec trois familles : scutellidae galeridae spatangidae.

Desmoulins (1835) insiste surtout sur la valeur des caractères que l'on peut tirer de la bouche et de la dentition pour la classification des oursins.

Agassiz (1836) les divise en trois familles :



- Échinidés ayant l'anus opposé à la bouche et au sommet du test;
- Clypeasteridés ayant la bouche centrale et l'anus hors du sommet;
- Spatangidés ayant la bouche antérieure et l'anus hors du sommet.

Le même auteur, quelques années plus tard (1847) établit quatre familles : deux dentées et deux édentées :

Les Cidaridés qui forment quatre groupes (Cidarides vrais ; Salénides ; Echinides ; Echinomètres).

Les Clypeasteridés l'ancienne famille dont les édentés sont exclus pour former les Cassidulides, divisés en deux groupes ( Echinonéides ; Nucléotides).

Les Spatangidés (avec les Dysasters) ;

Les Galérides restent associés aux Echinonéides.

Gras (1848) admet les divisions primordiales de Latreille (1825) en réguliers ou normaux et irrégulier ou paranormaux.

Il divise les seconds en cinq familles : les Collyrites, les Nucléolidés, les Galéridés, les Clypéasteridés et les Spatangidés.

Desor (1848) admet les formes (réguliers et irréguliers) de Latreille (1825) pour les deux divisions principales.

Gray (1855) revient aux termes de la nomenclature de Latreille (1825) : réguliers et irréguliers.

Wright (1856), crée le nom d'endocyclica, pour les échinides réguliers, avec cinq familles et d'exocyclica pour les échinides irréguliers, avec huit familles.

Cotteau (1861) ne s'éloigne pas beaucoup de la classification de Wright (1856) mais il rattache les Hémicidaridées aux Diadématidées et les Echinobrissidées aux Echinolampadidées sous le nom de Cassidulidés.

Agassiz (1874) dans sa " Révision des Échinides" a publié un classement méthodique des types vivants dont un bon nombre provenaient de découvertes récentes et ont été illustrés dans son magnifique ouvrage.

Cotteau (1875) dans son tableau des réguliers pour la paléontologie des terrains jurassiques se borne à transposer les Salénides et les Cidarides parce que les premiers ne paraissent plus faire la transition aux irréguliers.

Loriol (1873) dans l'échinologie helvétique pour les terrains crétacés, propose de faire un ordre spécial des tesselés et de diviser celui des vrais Echinoïdes en trois sous-ordres :

- exocycliques atélostomes, avec trois familles : Spatangidées, comprenant Spatangoides et Paléostomes, Holasterides, avec Echinocoridées (*Holasters* et *Ananchytes*) et Collyritidées; Cassidulidés, groupant Echinolampadidées et Echinonéidées;

- exocycliques gnathostomes, réunissant les deux familles de Clypeasteroides et Echinoconides
- enfin, endocycliques, formant trois familles : glyphostomes, subdivisés en Echinidées et Diadématidées (ces dernières comprenant les Salénies); Echinothuridées; Cidaridées ou holostomes.

Zittel (1880) adopte cette disposition méthodique avec les changements suivants :

Les Echinoïdes forment une classe divisible en deux sous-classes :

La sous classe des Palechinoidea, avec trois ordres ;

- Ordre des Cystocidaroida ;
- Ordre Bothriocidaroida ;
- Ordre Perischoechinoida.

La sous classe des Euechinoidea avec les trois ordres de Loriol (1873) et la seule différence dans la série c'est que les Salenideae sont rétablies entre Cidarideae et Echinothurideae et les Conoclypeideae sont ajoutées aux gnathostomes irréguliers.

Pomel (1885) regroupe les échinides en trois grandes familles : les globiformes, les lampadiformes et les spatiformes. Il donne aussi un inventaire de quelques groupes d'échinides de la région du Dahra, Beni Chougrane, Mostaganem et Oran et une monographie sur les échinides du Kef Ighoud (région de Thniet el Had).

Cotteau *et al* (1883-1891) établissent une étude sur les échinides fossiles d'Algérie divisée en trois tomes : le premier tome comporta une description des espèces d'échinides des terrains jurassiques. Le second tome a été consacré à la faune d'échinides Crétacé et enfin le troisième tome sur les échinides des terrains tertiaires : étages Eocène, Miocène et Pliocène.

Brives (1897) donne un certain nombre d'échinides des terrains miocène du bassin du Chelif et du Dahra.

Dalloni (1915) cite quelques échinides sur la période néogène de l'Algérie occidentale.

Roman (1984) présente une étude paleoécologique des échinides de quelques gisements de l'Oranie avec quelques exemples donnés sur la faune d'échinides du Miocène du bassin méditerranéen.

Roman et Saint-Martin (1987) ont abordé également les échinides messiniens d'Algérie.

## **DEUXIEME CHAPITRE**

### **LITHOSTRATIGRAPHIE**

## 1) INTRODUCTION.

Les terrains tertiaires en Algérie renferment une remarquable faune d'échinides souvent citée dans les travaux des anciens auteurs (Pomel, 1885 ; Brives, 1897 ; Doumergue, 1924 ; Dalloni, 1915).

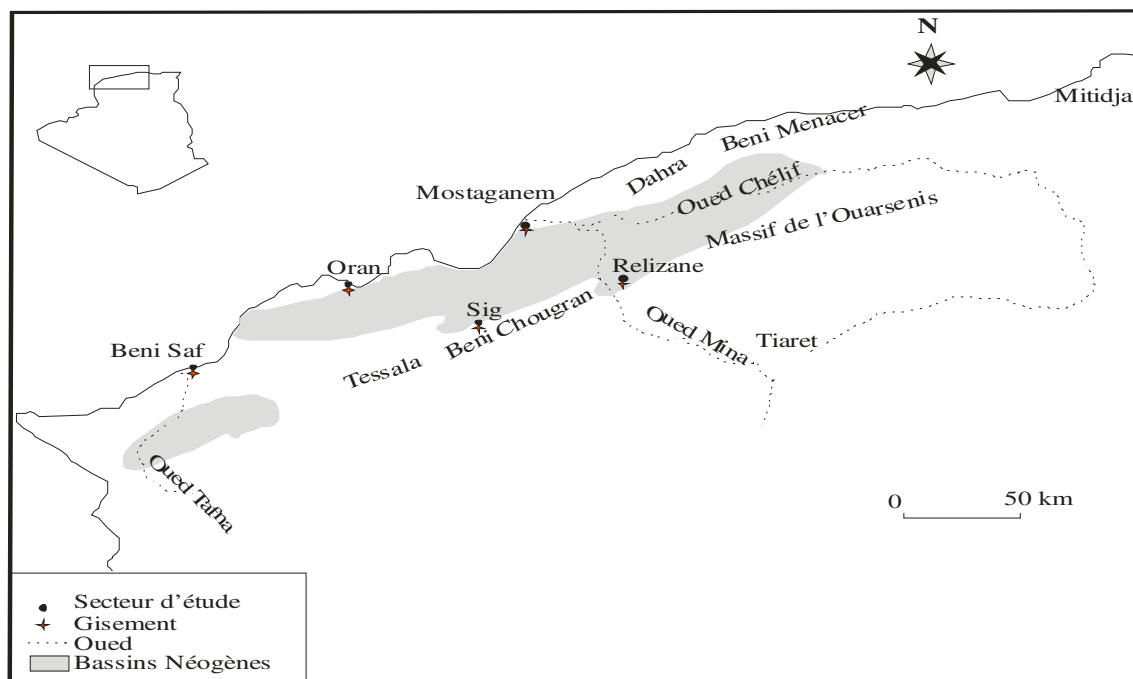


Fig. 6 : Localisation des gisements étudiés.

## 2) CADRE GEOGRAPHIQUE.

La faune étudiée a été récoltée dans quatre sites (fig.6) répartis dans le bassin de Bas Chélif.

Les gisements d'échinides sont localisés d'Est en Ouest, dans la région de Relizane, de Mostaganem (Benabdelmalek Ramdane plage), de Sig et Dans la région d'Oran (Tafaraoui et Arbal).

Dans le bassin de la Tafna c'est le site de Sidi Boucif plage (Beni Saf).

### **3) CADRE GEOLOGIQUE.**

Le bassin du Bas Chélif appartient à un ensemble d'aires sédimentaires diachrones plus ou moins indépendantes qui se sont surimposées à l'orogène tello-rifain après la mise en place des terrains "allochtones" (Thomas, 1985). Il est bordé au Nord par les massifs littoraux ; Djebel Murdjadjo, massif d'Arzew et du Dahra. Au sud par les monts de l'Ouarsenis, des Beni-Chougranes, d'Ouled-Ali et du Tessala. La partie centrale du bassin est constituée par une suite de petites dépressions remplies de sédiments holocènes et actuels, séparées les unes des autres par des accidents transverses : des seuils (paléostructures) sur lesquels affleurent le Miocène supérieur et le Pliocène.

### **4) BUT DU TRAVAIL.**

L'objectif du présent travail est à travers des levées géologiques bien datées de :

- recenser les principaux gisements à échinides ;
- faire un inventaire systématique de toute la faune d'échinides récoltée ;
- essayer de mettre en évidence les caractères paléoenvironnementaux des différentes localités étudiées ;
- compléter les travaux antérieurs par une approche paleoécologique.

### **5) SITES ÉTUDIÉS.**

C'est dans des dépôts attribués au Miocène et Pliocène que sont répartis les différents gisements à échinides étudiés.

#### **5-1) REGION DE RELIZANE.**

Les sites de la région de Relizane sont localisés dans des dépôts attribués au Miocène supérieur (Mansour, 2004). Ces gisements sont représentés par les levés des deux coupes lithologiques :

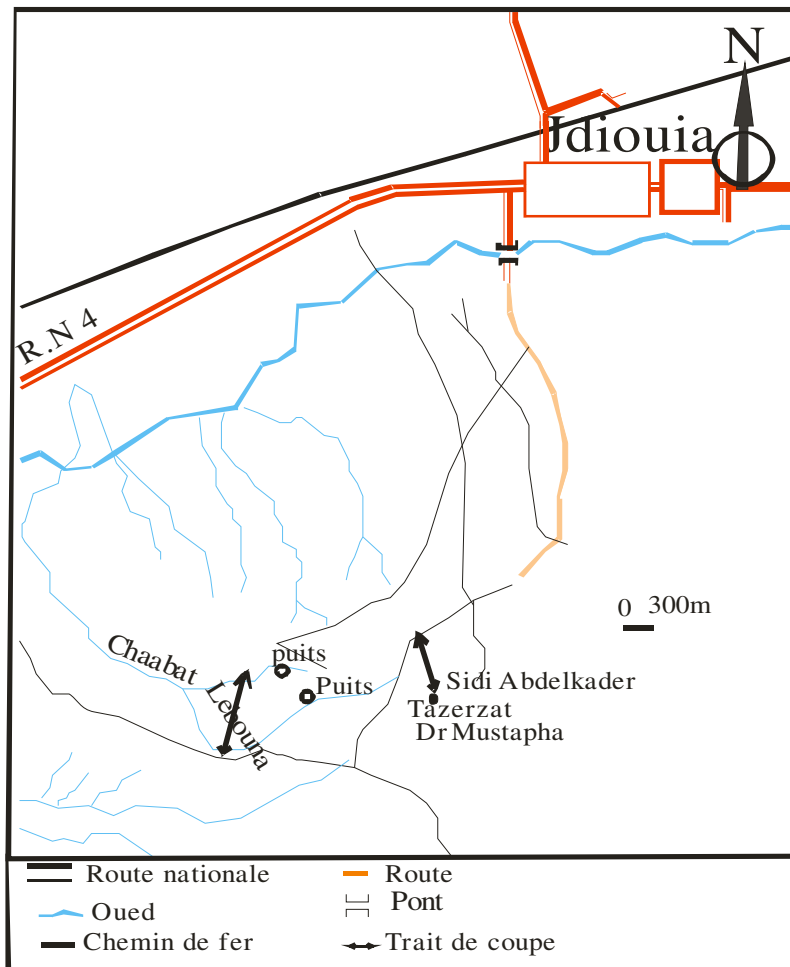


Fig. 7 : Site de Jdiouia (extrait de la carte de Oued Rhiou 1/50 000)

### 5-1-1) 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 (fig.7). Ses coordonnées Lambert sont :

x 290 y : 228,2 x'291.5 y'228.8.

Deux unités lithologiques affleurent (fig.08) et que nous désignons respectivement, de bas en haut en :

#### a- membre inférieur :

Ce premier membre est constitué de bas en haut par :

-des marnes compactes de couleur verdâtre sur 7 m d'épaisseur ;

- une alternance de marnes verdâtres et de diatomites (5m). Les marnes se présentent sous une forme laminée alors que les diatomites de couleur blanchâtre sont finement laminées ;

Cette alternance est caractérisée par des niveaux marneux à brachiopodes et bivalves (Pl. I fig. 5) ;

-une alternance de marnes verdâtres et de calcaires bioclastiques dont l'épaisseur atteint les 6 m ;

-un banc de calcaire argileux (0.5m) intercalé dans des marnes dont l'épaisseur atteint 6 m et qui termine cette unité.

**b-membre supérieur :**

-la base de ce membre est constituée par un banc de grés bioclastique d'une épaisseur de 0.4m constitué essentiellement par des fragments de bivalves suivi par des marnes sableuses (6 m).

- un banc gréseux bioclastique (0.5 m) auquel succède :

- un niveau de marnes sableuse de couleur jaunâtre à *Brissopsis* (Pl. I fig. 1) 7.5m ;

-alternance de calcaires bioclastique renfermant en majeure partie des bivalves, serpules (4.5 m) ;

- deux bancs de calcaires gréseux et grés (1m) ;

- 2.25 m de marnes ;

-un niveau de calcaires argileux à *Schizaster* (Pl. I fig. 2, 3, 4) 0.5m intercalé entre deux bancs de calcaires bioclastiques (0.5m) ;

-un banc de calcaires bioclastiques (1 m) intercale dans des marnes d'une épaisseur de (6 m).

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

En conclusion, La faune d'échinides est caractérisée par deux genres : *Schizaster* et *Brissopsis* (Pl. I fig. 2, 3, 4) moyennement abondants.



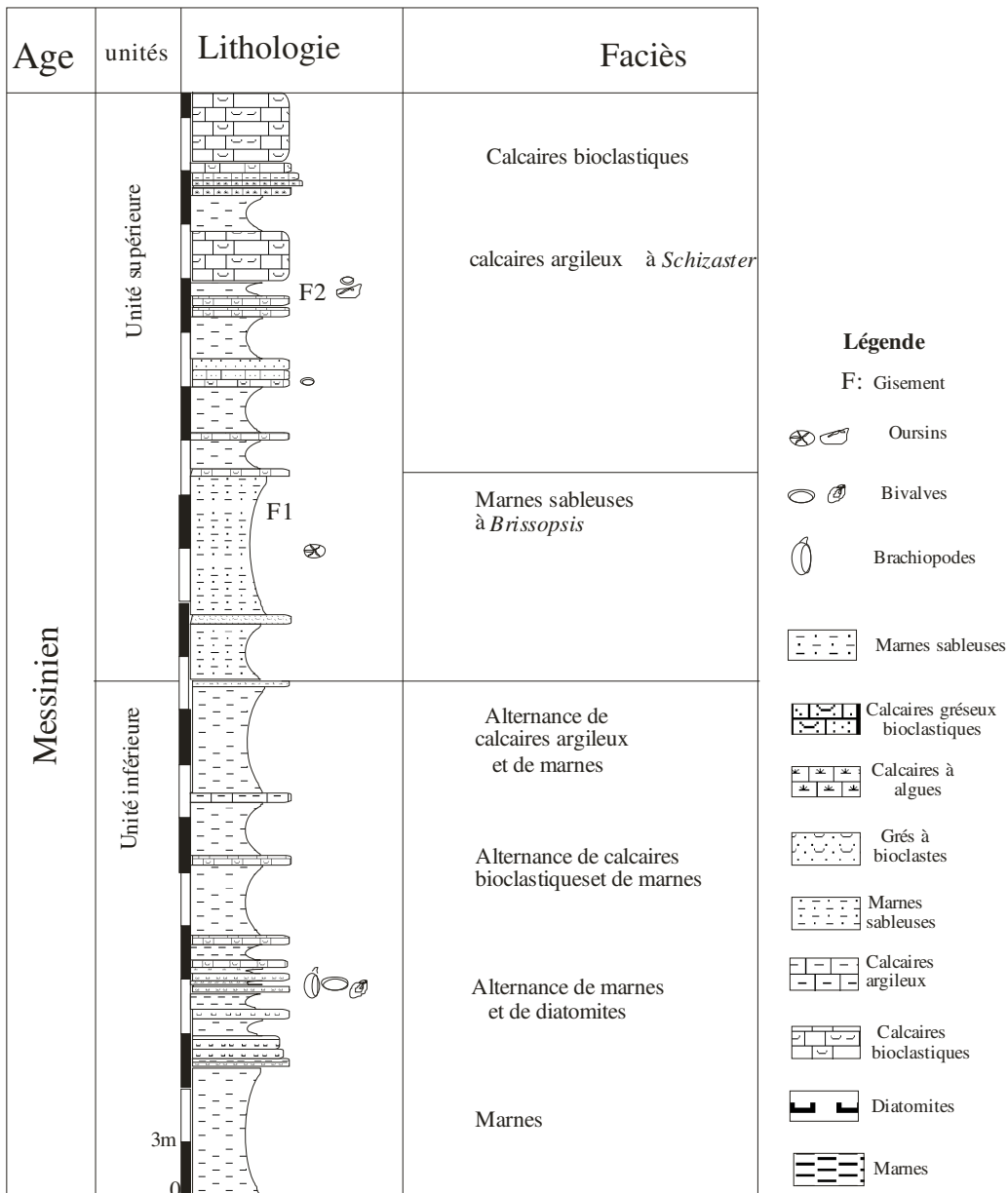


Fig. 08: colonne lithologique de la coupe de Jdiouia

### **5-1-2) Coupe de Sidi Abdelkader :**

Elle est située à l'Est de la coupe précédente (fig.09). Ses coordonnées Lambert sont :  
x 330 y 290 x' 330.3 y' 290.8.

Ces les mêmes faciès observés dans la coupe précédente qui affleurent :

#### **a- membre inférieur :**

Il montre de bas en haut :

- des marnes verdâtres compactes (4.5m) ;
- une alternance de niveaux marneux et de diatomites blanchâtres finement laminées (2.6 m)

#### **b-membre supérieur :**

Il est constitué de bas en haut par :

- des bancs de calcaires gréseux (1.8m) ;
- des marnes (2m);
- une alternance de grès friables de couleur jaunâtre qui renferme une faune de bivalves et de gasteropodes et de calcaires bioclastiques (10 m) constitué essentiellement par des fragment de bivalves et des échinides (*Schizaster*).
- un niveau de calcaires bioturbés (1m) ;
- calcaires à huîtres (1m) ;
- calcaires marneux (0.5m) très riches en *Brissopsis* et *Schizaster* (Pl. I fig. 2)
- des calcaires bioclastiques compacts de couleur brun rouge riche en fragments de bivalves (2 m) -deux lentilles de calcaires à algues (0.5 m) entre lesquelles s'intercale un niveau de calcaire 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).

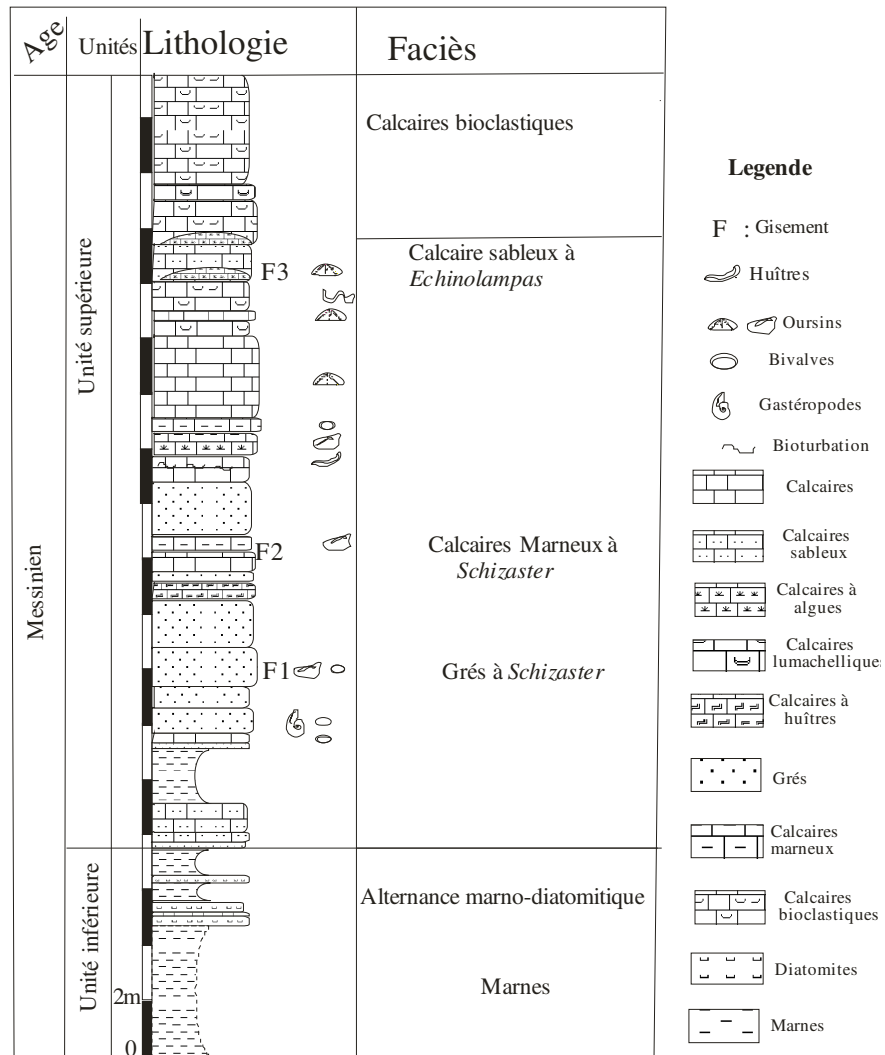


Fig. 09 : colonne lithologique de la coupe de sidi Abdelkader (Jdiouia)

Comme les échinides présent dans les couches de la coupe précédente, ces oursins, ont les mêmes caractéristiques et appartiennent aux deux genres précédemment cités : *Schizaster* et *Brissopsis*. Dans les couches des calcaires à algues apparaît le genre *Echinolampas*.

La série de Sidi Abdelkader correspond à la formation diatomitique (Mansour 2004) d'âge messinien par la présence de *Globorotalia conomiozea* et *Globorotalia mediterranea*, par corrélation avec la coupe précédente celle de Jdiouia présente les mêmes facies et donc le même âge.

### 5-1-2) REGION DE MOSTAGANEM: Benabdelmalek Ramdane-plage.

Le plateau de Mostaganem et de Benabdelmalek Ramdane (Fig.10) sont formés essentiellement par des couches grésos- sableuses, les dépôts anciens (nappes) ne sont illustrés que par quelques affleurements dans les ravins profonds qui entaillent le plateau de Benabdelmalek Ramdane. Les terrains néogènes essentiellement les grès et sables pliocènes sont très développés.

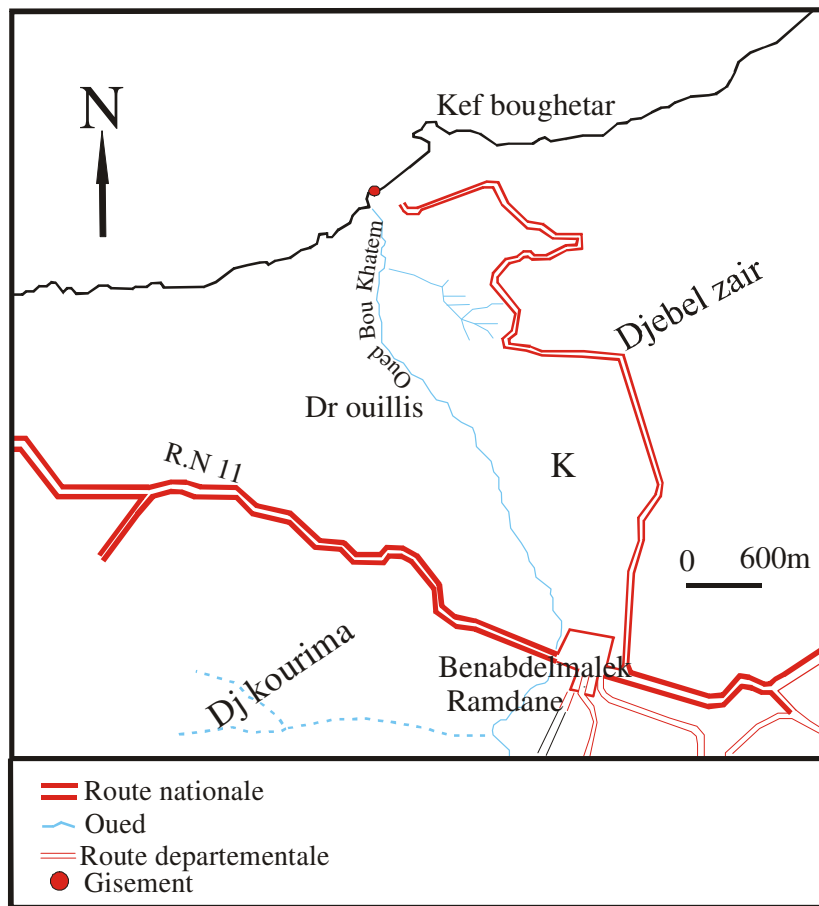


Fig.10 : Site de Benabdelmalek Ramdane plage (extrait de la carte de Ouillis 1 /50 000)

### -Coupe de Benabdelmalek Ramdane- plage.

A environ 5 km, au nord du village de Ben Abdelmalek Ramdane au niveau de plage se situe (fig.11) une assise gréseuse d'âge Miocène (Brives, 1897) constituée de bas en haut par :

- Deux bancs de grès (1.4m) subhorizontaux à grains grossiers et de micro dragées de quartz et à nombreux terriers à leur base (fig.14) ;
- des marnes sableuses de couleur verdâtre (0.4m) ;
- alternance de bancs gréseux à terrier et de sable à grains grossiers (3.4m). La faune est constituée par le genre *Schizobrissus*. (PL. III, fig. 2) ;
- un banc de grés à *Echinolampas*. (PL. III, fig. 3).

La faune, est représentée essentiellement par des échinides irréguliers de l'ordre des Spatangoida et des Echinolampadoida qui appartiennent aux espèces suivantes :

- Schizobrissus mauritanicus* Pomel, 1887 ;
- Echinolampas curtus* Pomel, 1887 ;
- Hypsoclypus sp.* (PL. III, fig. 1).

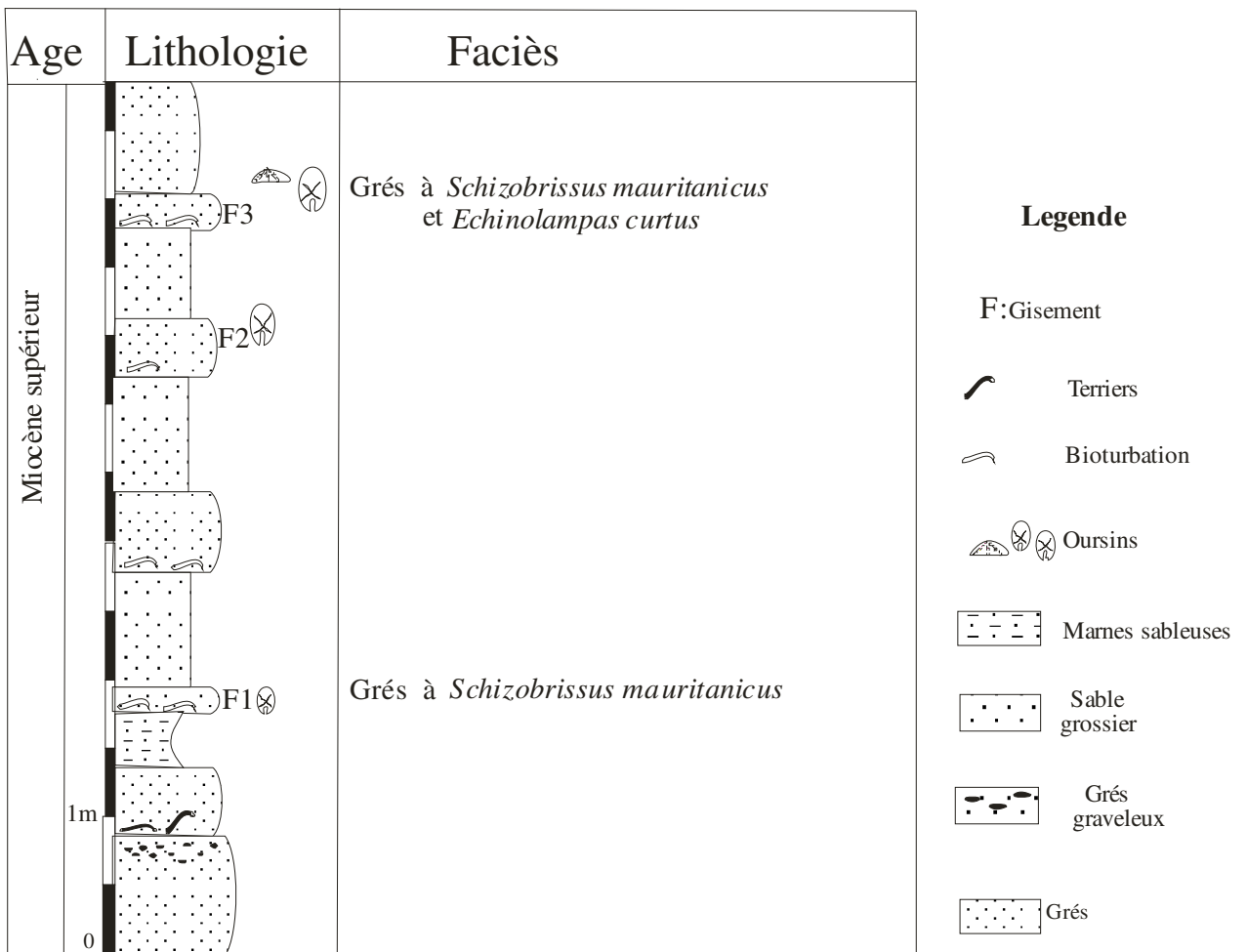


Fig. 11 : Colonne lithologique de la coupe de Benabdelmalek Ramdane-plage

### 5-3) SECTEUR DES TESSALAS.

Le Djebel des Petits Tessalalas domine la plaine-de la Mleta et la sebkha d'Oran. Il est entaillé par de nombreux Oueds et Chabets : Oued Chareff, Oued Tafaraoui, Oued Tangroutah et Oued El Aricha (fig.12).

#### 5-3-1) Coupe du Barrage de Tafaraoui

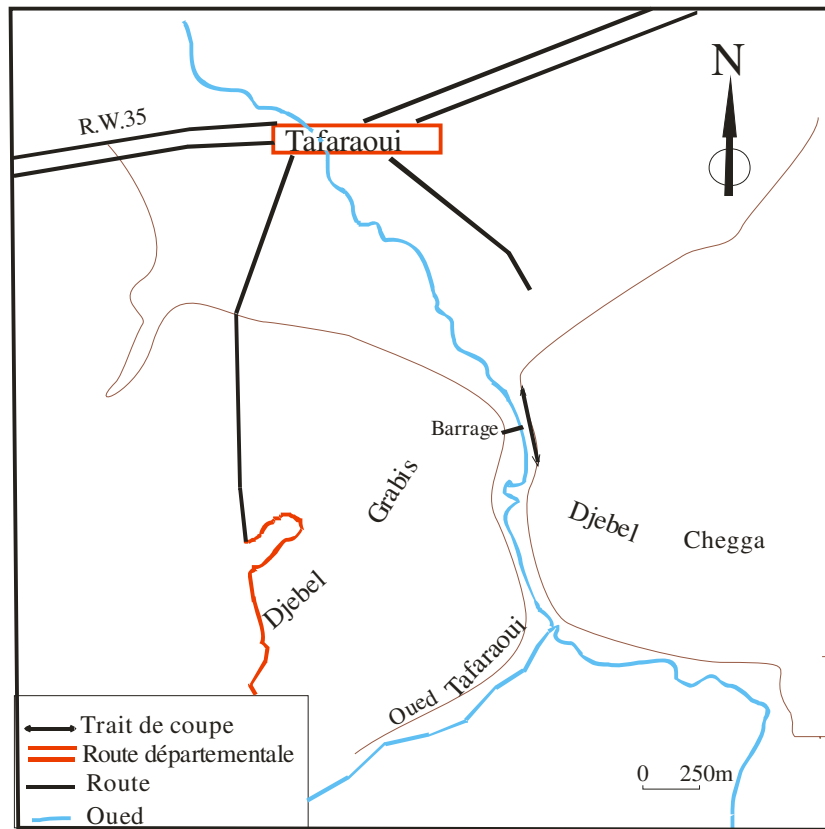


Fig. 12 : Site de Tafaraoui, (extrait de la carte d'Arbal 1/50 000)

Elle a été levée près du barrage sur le flanc gauche du Djebel Chegga (fig.12) dont les coordonnées lambert sont :

$x : 237,2$   $y : 249,3$   $x' : 238,5$   $y' : 248,4$ .

Elle est constituée par deux membres lithostratigraphiques (fig.13) :



### **a- membre inférieur :**

Il est constitué de bas en haut par :

- un banc de grés à débris de coquilles de bivalves (6 m) ;
- calcaires bioclastiques (7.25 m) d'épaisseur avec intercalation de niveaux à brachiopodes et de diatomites la faune d'échinides est représenté par le genre *Schizechinus* ;
- des calcaires à huitres (3.75 m) ;
- calcaires à algues (8 m) à *Schizechinus* (Pl. IV, fig. 1,) ;
- des calcaires caractérisés par la présence d'une faune de bivalves, serpules et bryozoaires (4m).

### **b- membre supérieur :**

Il est essentiellement détritique constitué par :

- des argiles à intercalation de banc calcaire (5m) ;
- grés friable à intercalation de grés calcaires (4m) ;
- argiles et grés argileux à terriers (4m).

La coupe du barrage de Tafaraoui correspond à la formation diatomitique par corrélation avec celle de Oued Tangroutah est d'âge Messinien (Mansour, 2004).

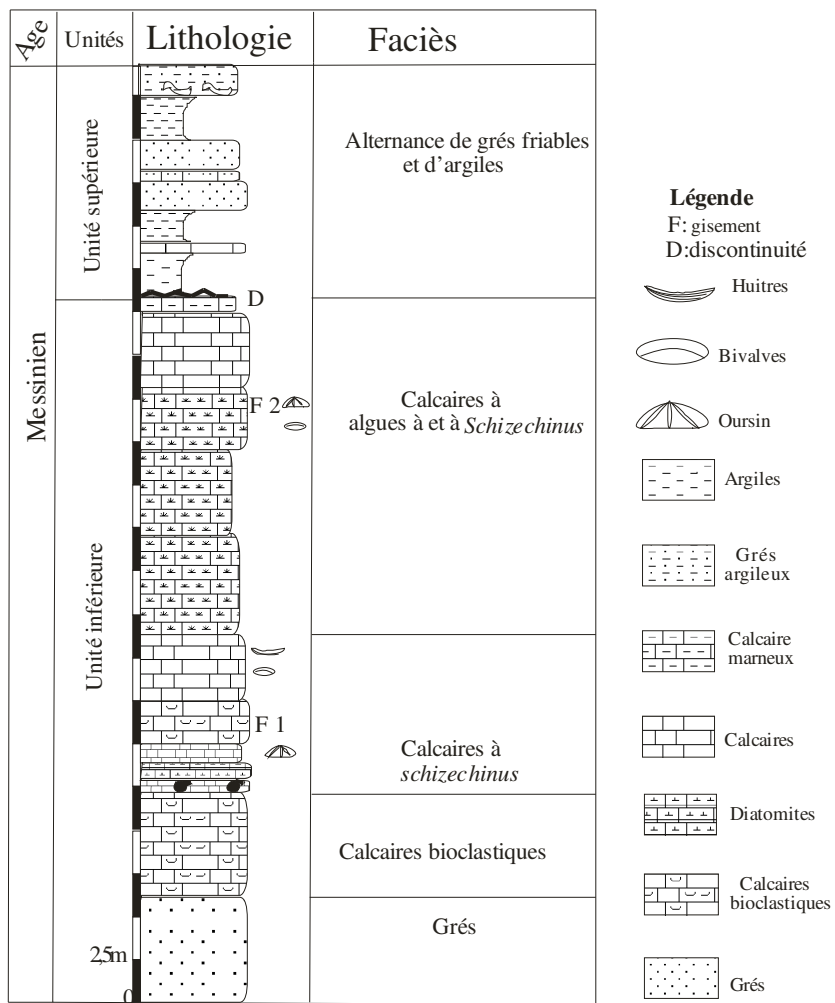


Fig.13 : colonne lithologique de la coupe de Tafaraoui

### 5-3-2) Coupe d'Arbal.

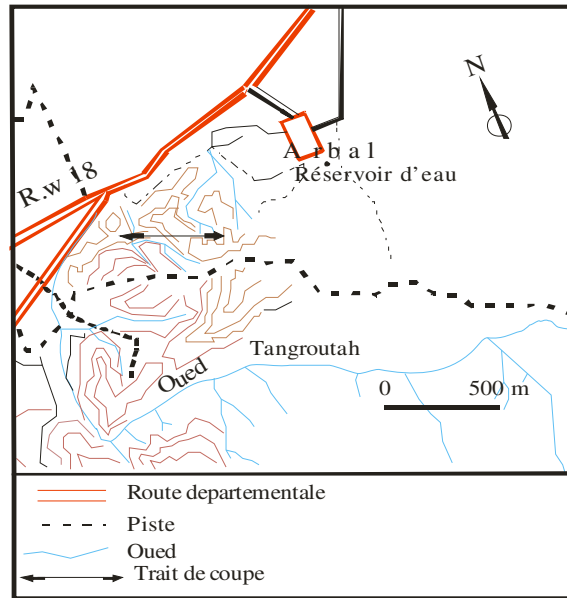


Fig. 14 : Site d'Arbal (extrait de la carte d'Arbal 1 /50 000)

La coupe d'Arbal a été levée à une vingtaine de mètres vers l'Ouest du village (fig. 14). Ses coordonnées Lambert sont :

x : 197,7 y : 244,6    x'198,4 y' : 243,2.

Sa constitution lithologique (fig.15) permet de la subdiviser en 4 membres :

#### a- Premier membre :

Il (fig.15) débute par des couches conglomératiques subhorizontales à galets arrondis de différentes natures pétrographiques et de taille centimétriques à décimétriques sur environs 6m d'épaisseur ;

- micro conglomérats constitués de petits galets consolidés par un ciment gréseux (0.5m) ;
- grès brun jaunâtre à grain fin (0.6m),
- argiles (8 m).

#### b- Deuxième membre :

Il est constitué par des couches subverticales, qui représentent de bas en haut :

- un niveau conglomératique à galets arrondis perforés (4m) ;
- marnes à gypse de couleur verdâtre (11 m) ;

- marnes bleues (160 m) avec des niveaux marneux indurés ;
- grés argileux brunâtres à fragment de bivalves (3 m) ;
- marnes sableuse jaunâtre (2 m) à *Brissopsis* et de calcaires marneux (3 m) contenant de petits bivalves (Pl. IV, fig. 1).

Le niveau de marnes sableuses a livré une faune d'oursin mal conservés attribuables à des spatangues et probablement altérés par les eaux pluviales (Pl. IV, fig. 2).

**c- Troisième membre :**

Il est constitué par la succession suivante :

- des calcaires marneux et de grés argileux (26m) ;
- alternance de marnes et de calcaires marneux à passés de diatomites silicifiées et de calcaires bioclastiques d'une épaisseur de (62m) ;
- calcaires marneux fin blanchâtre (2m) à *Schizaster* (Pl. IV, fig. 4).

**d- Quatrième membre :**

Ce dernier membre est constitué de :

- calcaires blanchâtres à algues (10 m) et à *Schizechinus*. (Pl. IV, fig. 3) ;
- calcaires à bivalves (5m).

Dans les calcaires à algues de la quatrième unité quelques spécimens du genre *Schizechinus*, bien conservés, ont été collectés à coté de nombreux autres bien encroûtés et difficile de les dégager, (Pl. IV, fig. 3).

La coupe d'Arbal présente une succession lithologique analogue à celle de la coupe de Oued Tangroutah levée par Belkebir *et al*, 2008 se qui permet d'attribuer l'âge Serravallien à la première unité, la deuxième unité, qui correspond à la formation des marnes bleues, est d'âge Tortonien, la troisième et quatrième unités correspondent à la formation diatomitique qui est d'âge Messinien (Mansour, 2004).

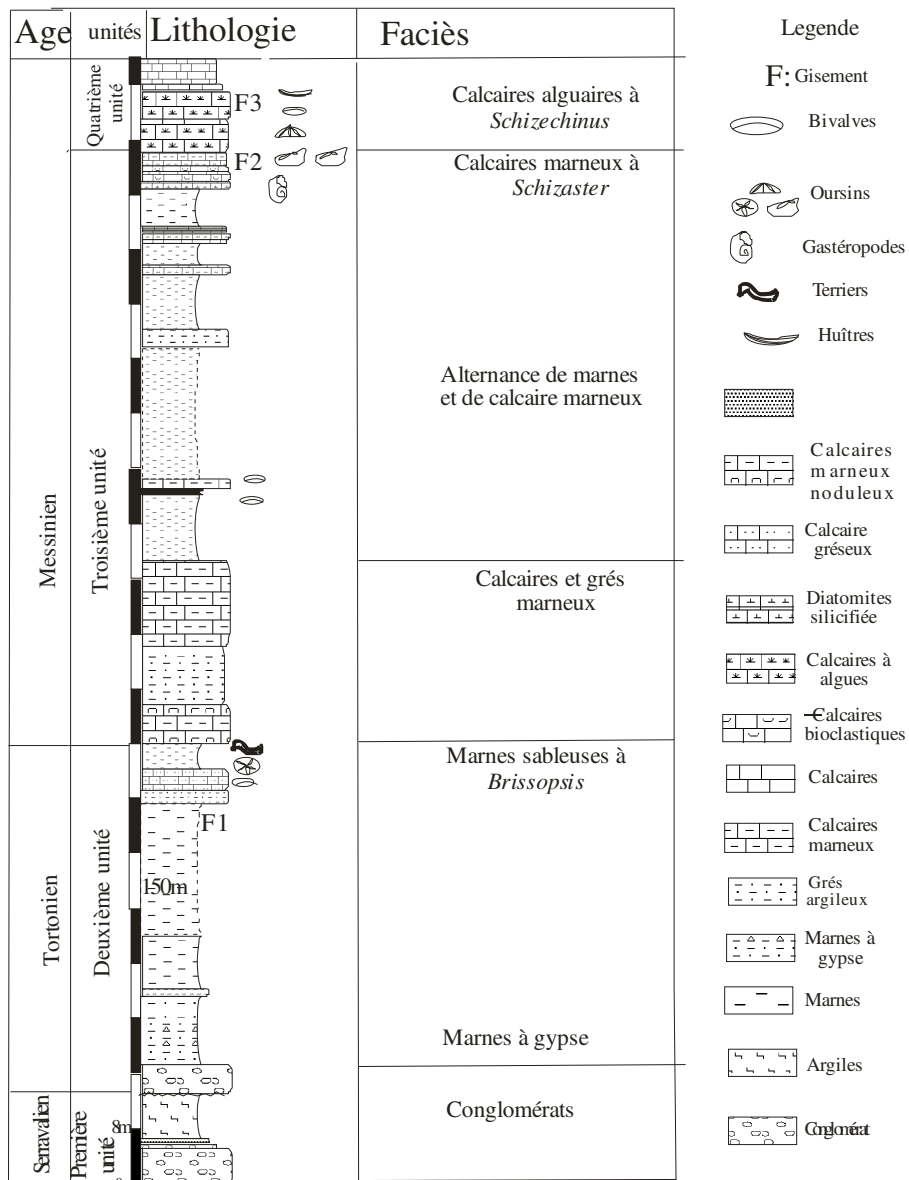


Fig. 15 : colonne lithologique de la coupe d'Arbal

#### 5-4) REGION DE SIG.

Le secteur du Sig, (fig.16) constitue une zone charnière entre les Tessala à l'Ouest et les Beni Chougrane à l'Est.

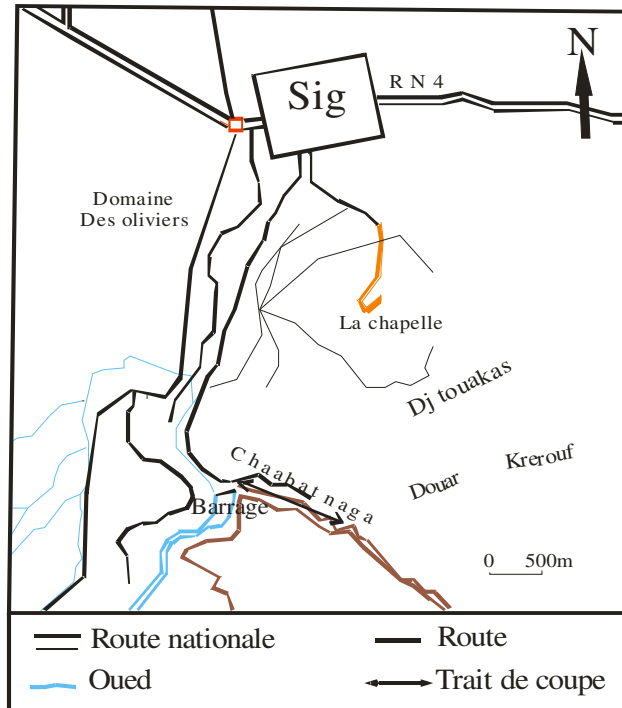


Fig.16 : site de Sig (extrait de la carte de Sig 1 /50 000)

##### 5-4-1) Coupe du barrage de Sig.

La coupe du barrage de Sig (fig. 17) a été levée le long de Chaabat naga à quelques kilomètres au sud du Sig, Dont les coordonnées Lambert sont :

$x : 237,2$   $y : 249,3$   $x' : 238,5$   $y' : 248,4$ .

Cette entité lithologique (fig. 17) peut être subdivisée comme suite :

##### a- premier membre :

Il présente de bas en haut :

- une alternance argilo-marneuse et de grés grossier à nombreux terriers de (12 m) ;
- une alternance d'argiles et de grés argileux (20 m) ;

- alternance de diatomites silicifiées et de marnes (6m) ;
- marnes (4 m) avec deux lentilles de calcaires marneux à *Schizaster et Brissopsis*, bivalves et brachiopodes ;
- un banc de calcaires argileux de 0,6 m d'épaisseur abritant une faune de bivalves, de brachiopodes (*TerEbratulidae*), *Schizaster et Brissopsis* (Pl. VII, fig. 2b, 2c).

**b- deuxième membre :**

Il débute par un niveau cinéritiques et constituée par :

- une alternance de marnes diatomitiques et de diatomites (10 m) ;
- une alternance de grès et de diatomites (14 m), ces grès contiennent une faune de gastéropodes et de bivalves.

**c- Troisième membre :**

Constitué par la lithologie suivante :

- Alternance de bancs gréseux friables de couleur jaunâtre et des niveaux argilo-sableux de (20m) ;
- des calcaires à algues (1m) ;
- deux bancs de grès de (1m) ;
- alternance de marnes et de calcaires (10m) terminent la troisième unité.

**d- Quatrième membre :**

Discordante sur l'ensemble précédant ce membre (pl. VII, fig. 1) est constituée par :

- Des conglomérats (2 m) ;
- Grès argileux (1.5m) de couleur jaunâtre riche en *Schizaster*, (pl. VII, fig.1) avec un réseau de terriers à leur base;
- Banc calcaire gréseux à algues (1m) riches en bivalves (*Pectenidae*), gastéropodes, serpules et bryozoaires.

Par corrélation avec la coupe de Sig levée par Mansour, 2004 le premier membre de la coupe du barrage de Sig correspond à la formation des marnes bleues d'âge Tortonien, les deux membres suivants correspondent à la formation diatomitique d'âge Messinien.

Enfin le quatrième membre est d'âge Pliocène (Rouchy, 1982).

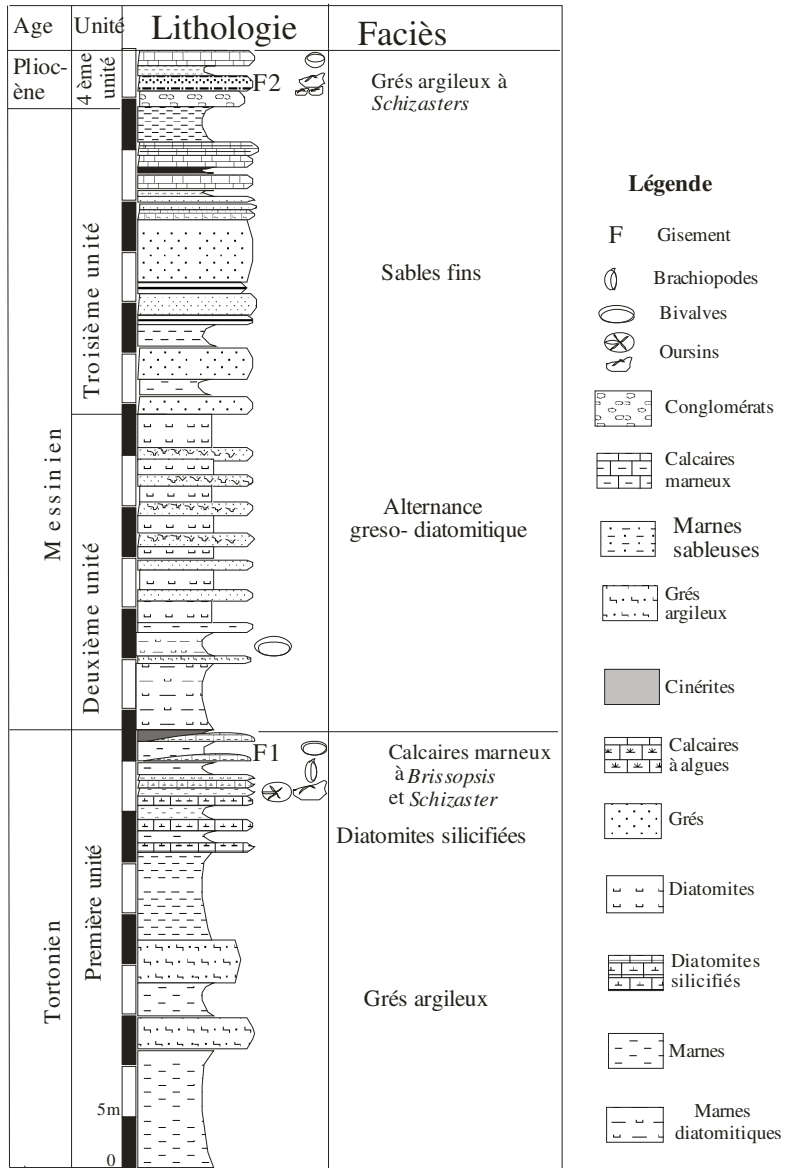


Fig. 17 : colonne lithologique de la coupe de Sig



## 5-5) SECTEUR DE BENI-SAF.

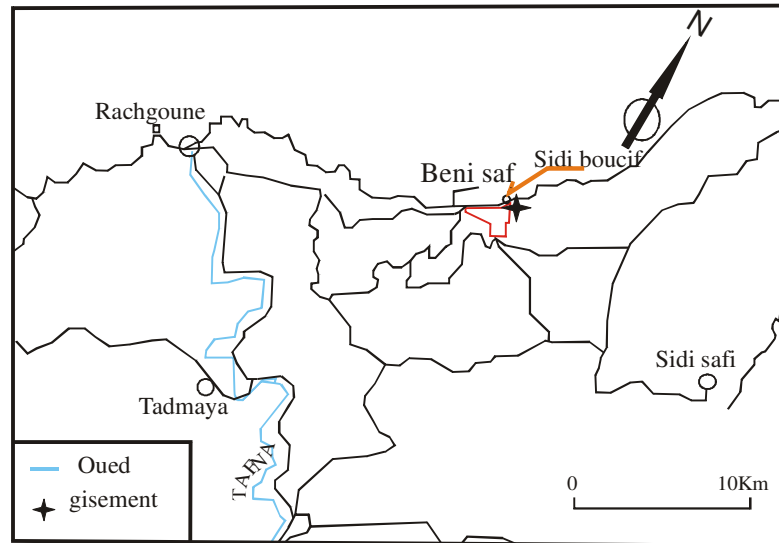


Fig. 18 : Site de Beni Saf

La région de Beni Saf (fig. 18) fait partie du bassin de la Tafna qui comprend deux ensembles structuraux: un ensemble atlasique au sud et un ensemble alpin au nord ce dernier ayant connu en outre une activité volcanique importante au cours du Mio-Plio-Quaternaire.

### - Coupe de Sidi Boucif-plage.

La coupe est située à l'Est du Port de Beni-Saf, au niveau de la plage de Sidi Boucif. (fig. 19). Il s'agit une petite falaise à faciès gréseux d'environ une cinquantaine de mètres et attribuée au Miocène moyen (Gentile, 1903).

Trois membres s'individualisent nettement dans la topographie, (Pl. X, fig. A) :

#### a- Premier membre : (1)

Il débute par des conglomérats (1 m) constitués de galets de tailles moyennes (15 cm), de natures pétrographiques différentes et de fragments de tests d'échinodermes (*Clypeaster*);

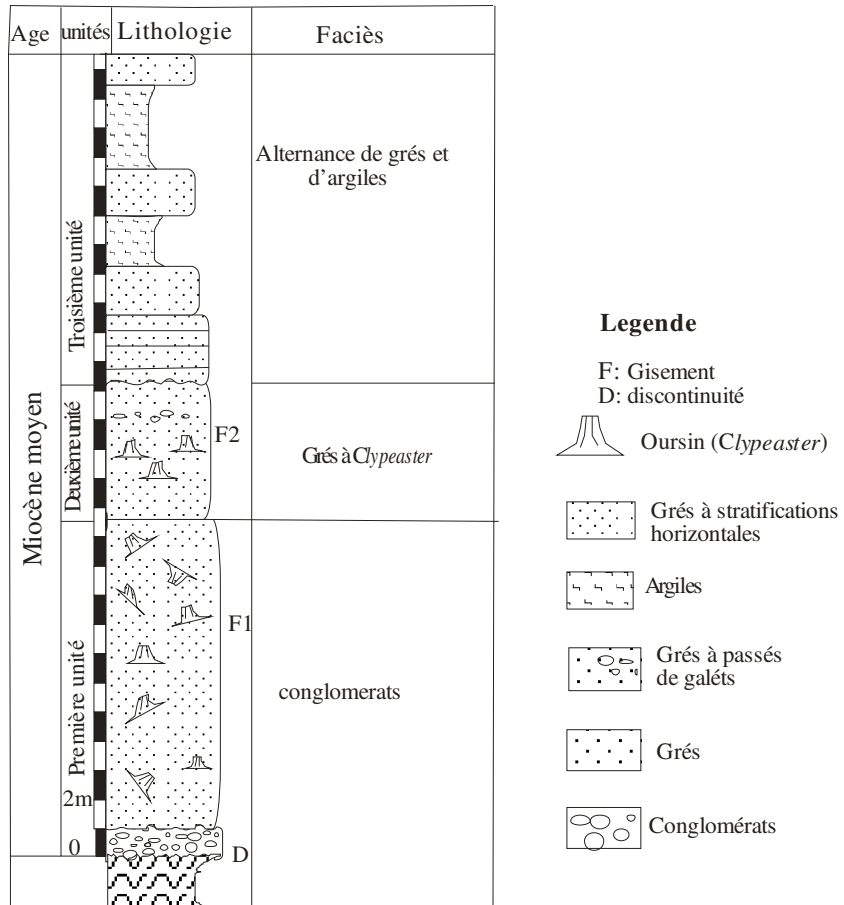


Fig.19 : colonne lithologique de la coupe de Beni Saf

- à ces conglomérats succèdent des sables grossiers, plus ou moins indurés, à passées de cailloutis. Ils atteignent une quinzaine de mètres de puissance et renfermant de plus quelques galets de taille centimétrique et des échinides (*Clypeaster*) remaniés.

La macrofaune très importante qui constitue cette première unité est constituée de *Clypeaster* entiers mais pas en position de vie (Pl. X, fig. 2).

#### **b- deuxième membre : (2)**

Ce membre est constitué de sables roses nettement plus fins contenant quelques passées à galets (5 m) et une macrofaune d'échinides (*Clypeaster*) apparemment en position de vie (Pl. X, fig. 2a).

#### **c- Troisième membre :(3)**

Ce membre est caractérisé par d'une quinzaine de mètres à dominance de grès :

- 2.5 m de grès roux stratifiés à base ravinée, micro conglomératique ;
- 2 m de grès compacts, de couleur jaunâtre ;
- 1 m d'argiles ;
- 1.5 m de grès compacts, de couleur jaunâtre :
- 3 m d'argiles ;
- 1 m de grès compacts, de couleur jaunâtre.

**TROISIÈME CHAPITRE**  
**SYSTEMATIQUE**

## 1) INTRODUCTION

La classification adoptée dans ce texte est celle de Kroh et Smith, 2009 (fig. 20, 21) basée sur l'utilisation des familles d'échinides fossiles et actuelles pour rassembler un ensemble de caractères qui englobent les critères utilisés par les taxonomistes.

Cette classification phylogénique basée sur les taxons actuels permet d'incorporer les taxons fossiles sans perturber la structure de la classification (Forey, 1992) pour cela le concept de groupe souche « stem group » et groupe couronne « crown group » sont extrêmement important (Jefferies, 1979 ; Smith, 1994 ; Donoghue, 2005).

Le groupe couronne est un clade défini par référence à deux taxons actuels et inclue leur dernier ancêtre commun et toute sa descendance y compris les formes fossiles. Les groupes souches peuvent être reconnus en fonction de leur position relative au groupe couronne et ne comporte que des formes fossiles.

La faune récoltée constituée de dix neuf espèces appartenant à six genres, cinq familles et quatre ordres :

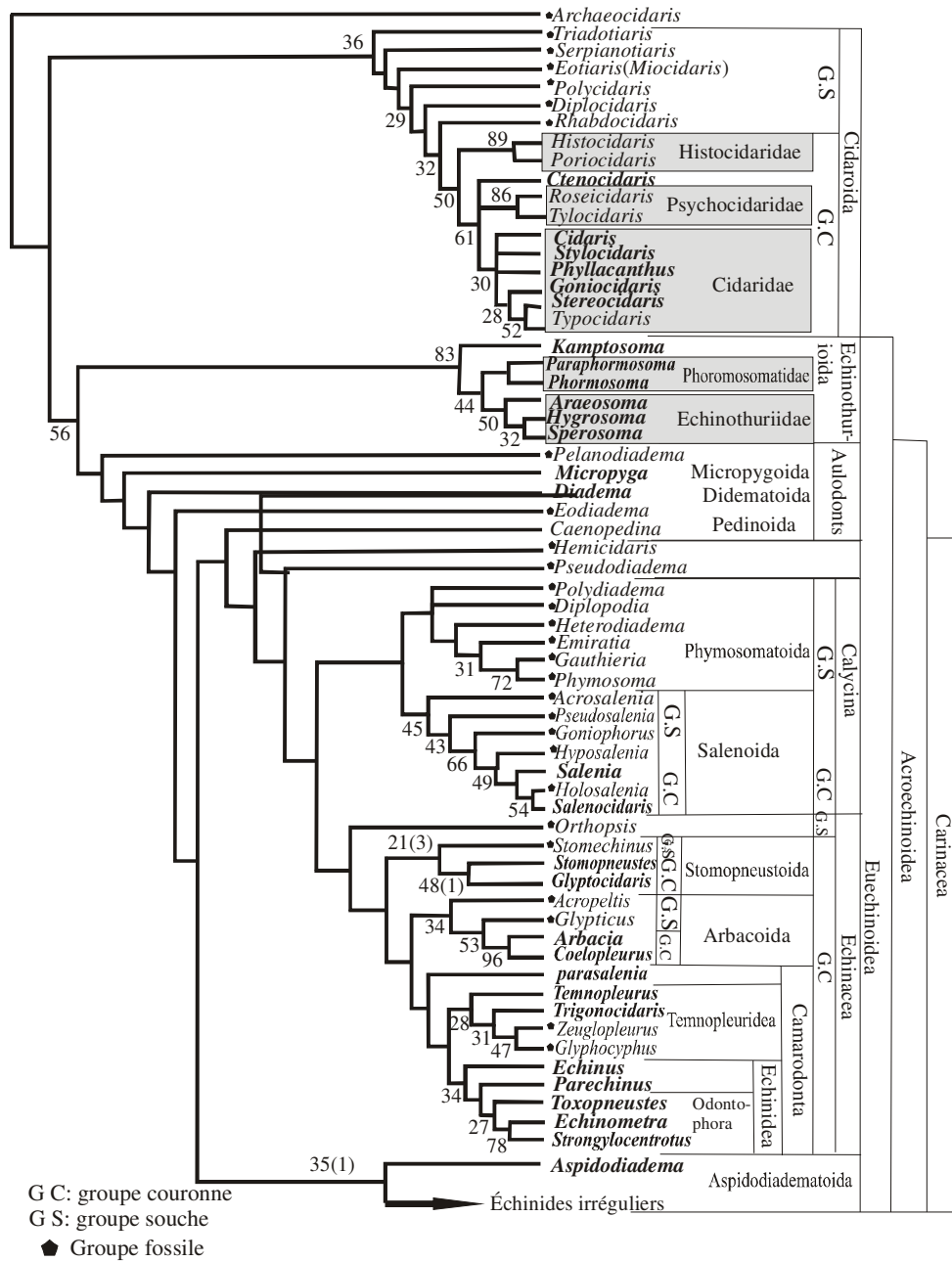


Fig. 20 : Classification des échinides réguliers (d'après Kroh et Smith, 2009)

Échinides régulier



Fig.21 : Classification des échinides irréguliers (d'après Kroh et Smith, 2009)

## **2) ORDRE CAMARODONTA Jackson, 1912**

### **2-1) INTRODUCTION**

Cet ordre comporte les Euechinoidea endocyclique chez lesquels la lanterne est de type stirodonte ou camarodonte. Les plus anciens Echinacea identifiés jusqu'ici sont d'âge triasique terminal. Les ordres survivants des Echinoida sont principalement d'eau peu profonde et de distribution cosmopolite, cependant parmi les survivants des plus anciennes familles des Toxopneustidae connues vivaient dans des eaux profondes.

### **2-2) PHYLOGENIE ET EVOLUTION**

Les Echinacea camarodonte étaient considérés par Mortensen (1950) avoir surgi en tant que deux lignés distinctes dérivées des Echinacea stirodonte. Les Temnopleuroidea peuvent avoir évolué des Pseudodiadematidae. A partir de ces familles ils ont partagé les tubercules imperforés. Les plus anciens Temnopleuridae partagent également les crénulations avec les Phymosomatidae.

Les Echinidés étaient considérés par Mortensen (1950) comme représentant d'un autre camarodonte développé d'une ascendance de stirodonte, vraisemblablement parce que les tubercules imperforés et non crénelés sont apparus d'abord dans les Stomechinidae. Durham et Melville (1957) citant une première opinion de Mortensen (1927) qui a suggéré une origine pour les Arbacioida parmi les Hemicidaroida mais il a été difficile de se relier à l'histoire connue de l'évolution des tubercules. Il semble que les Tiarechinidae sont une source plus prometteuse cependant peu est connu sur cette famille triasique. Comme indiqué par Mortensen (1950) l'Orthopsidae bien que camarodonte ne peuvent pas être dérivés des Echinacea stirodonte et doivent représenter une lignée séparée peut-être d'origine aulodonte. Durham et Melville (1957) excluent la famille de l'ordre des Echinacea camarodonte et l'ont associée au Hemicidaroida.



## 2-3) HIERARCHIE TAXONOMIQUE DES ECHINOIDES

- **Phylum Echinodermata Klein, 1734**
- **Classe des Echinoidea Leske, 1778**
- **Sous classe des Euechinoidea Bronn, 1860**

Couronne rigide, périprocte dans le système apical, fentes branchiales chez l'adulte, la ceinture perignathique complète chez l'adulte, dents carénées.

Répartition stratigraphique : Trias- Récent.

### -**Ordre des Camarodonta Jackson, 1912**

Lanterne camarodonte, test non sculptée, fentes auriculaires peu profondes, tubercules, imperforés non crénelés, épines robustes.

Répartition stratigraphique : Crétacé (Cénomaniens) Paléocène - Récent

### - **Superfamille Odontophora Kroh et Smith, 2009.**

#### -**Famille des Toxopneustidae Troschel, 1872**

Lame des pédicellaires globifères avec dent latérale impaire.

Répartition stratigraphique Paléocène- Récent

## 2-4) DESCRIPTION DE LA FAUNE RECOLTEE.

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

Synonymie : *Toxophyma* [Lambert, et Thiéry, 1925. p280]

Espèce type : *Anapesus tuberculatus* [Pomel, 1887, p 298]

### **Diagnose**

Test grand plus ou moins hémisphérique haut, plaques ambulacraires trigeminées chaque une avec des tubercules primaire; tubercules ambulacraires secondaires formant des séries

parallèle régulières aux séries primaires, système apical avec l'insertion des plaques ocellaires I et V.

### **Remarque**

Pomel (1869, p. 42) a établi le genre *Schizechinus* pour un groupe de fossile d'échinides qui avait été précédemment attribuée à *Psammechinus* Agassiz dans Agassiz et Desor, 1846.

Aujourd'hui l'utilisation du genre *Schizechinus* est limitée à un petit groupe d'échinides fossiles du miocène de la région méditerranéenne ( Szörényi, 1953; Montenat et Roman, 1970; Kier, 1972; Challis, 1979 ; Ska de Maczynska, 1979, 1988; Menesini, 1979a, 1979 b; Boggild et Rose, 1984; Borghi, 1993; Schmid *et al*, 2001; Kroh, 2005 et probablement la faune d'échinides de l'Australasie (McNamara et Kendrick, 1994; Lindley, 2003).

### ***Schizechinus sahelensis*, (Pomel, 1887)**

#### **(Pl.VI, fig. 3)**

1885-1887. *Anapesus sahelensis* : Pomel, p.301-302, pl. C III, fig. 1-7.

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

1931. *Schizechinus sahelensis*, Pomel (*Anapesus*): Lambert, , p. 44

### **Diagnose**

Espèce circulaire assez renflée au pourtour subhémisphérique à la partie supérieure presque plate en dessous. Appareil apical assez développé. La plaque génitale antérieure de gauche est exclue du cercle anal ; la génitale postérieure du même côté s'allonge jusqu'à ce qu'elle rencontre la génitale de droite qui porte le madréporite. Les deux ocellaires postérieures concourent régulièrement à former le bord; madréporite saillant et bien développé. Les plaques génitales portent un tubercule quelquefois deux plus ou moins accentués; les ocellaires de gros granules. 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.

L'espace interzonaire offre sur ses bords deux rangées principales de tubercules médiocres imperforés, lisses, scrobiculés très rapprochés les uns des autres. Entre ces deux rangées principales s'en trouvent deux autres comprenant des tubercules presque aussi développés, irréguliers, interrompus ne s'élevant pas jusqu'au sommet. Le reste de l'aire est couvert de granules de deux sortes ; les uns assez gros mamelonnés placés sur les sutures des plaques ; les autres plus petits, plus nombreux et irrégulièrement répandus.

Aires interambulacraires larges portant deux rangées principales de tubercules un peu plus gros et plus distants que ceux des ambulacres. Entre ces deux rangées il y en a deux autres qui ne s'élèvent pas jusqu'à l'apex et deux médianes à peine formées qui n'existent que sur les grands exemplaires. A l'extérieur des rangées principales se trouve une rangée secondaire de chaque côté qui monte assez haut sans atteindre le sommet ; une seconde rangée se voit encore sur le bord même de l'aire mais les tubercules en sont plus petits. Les tubercules sont disposés de telle sorte qu'ils forment non seulement des séries verticales mais aussi des séries horizontales régulières surtout au pourtour et à la face inférieure. Des granules de deux sortes comme dans les ambulacres occupent l'espace intermédiaire. En outre le test est fortement chagriné partout où font défaut les tubercules et les granules.

Péristome dans une légère dépression subdécagonale, grand avec lèvres ambulacraires plus larges que les interambulacraires et des entailles étroites assez longues et relevées sur les bords.

Périprocte assez grand, ovale, oblique, presque transverse.

Localités : Ravin d'Oran; Arbal; terrain miocène.

***Schizechinus interruptus* (Pomel, 1887)**

**(PL.IV, fig. 1)**

1885-1887. *Anapesus interruptus* : Pomel, p.300-301, pl. C IV fig. 7-9, pl.13 fig. 7-10

(inédites)

Oursin de taille petite à pourtour circulaire la face supérieure peu élevée convexe ou subconoïde, la face inférieure tronquée et un peu déprimée autour du péristome. Zones porifères sensiblement déclives sur les cotés ; ambulacres un peu en relief à échelons de trois zygopores bien obliques chaque paire étant séparée de la voisine par une costule très marquée souvent pourvue d'un petit granule du côté interne. Une série de gros granules se montre le long de la suture au bout de chaque échelon; vers l'ambitus ils se développent en petits tubercules mamelonnés. Tubercules ambulacraires petits, serrés, saillants, formant deux rangées principales; dans leur intervalle deux rangées de secondaires incomplètes de telle sorte que lorsque l'une s'interrompt sur une zone, l'autre reprend sur la zone voisine de manière à former une seule série déjetée très effacée aux deux extrémités; la partie non tuberculée porte des granules les uns scrobiculaires, les autres un peu plus gros et mamelonnés.

Interambulacres portant dans chaque zone une rangée principale de tubercules moins serrés et un peu plus gros que les ambulacraires. Le côté interne comporte deux rangées inégales flanqués de tubercules secondaires presque aussi développées en volume et du côté externe contre la zone porifère une rangée de secondaires plus petits mêmes que les ambulacraires aussi serrés et s'effaçant loin des pôles. Dans la région du pourtour, ces rangées forment des séries transverses presque homogènes; chaque tubercule étant entouré de granules scrobiculaires inégaux et mamelonnés. Péristome circulaire à peine décagonal, lèvres inégales tronquées en arc séparées par des fissures étroites et rebordées.

Localité : Zone à mélobésie à Tafaraoui.

### **3) ORDRE DES CLYPEASTEROIDA Agassiz, 1835**

#### **3-1) INTRODUCTION.**

Les clypeasteridés sont un groupe échinides qui vivent au dessus ou au dessous de la surface du plancher marin en grande partie dans les zones sublittorale et littorale.

#### **3-2) PHYLOGENIE ET EVOLUTION.**

Le groupe frère des Atelostomata est les Neognathostomata qui comprennent les traditionnels groupes des Cassiduloidea et Clypeasteroidea.

Celons les analyses de Smith (1981), les Clypeasteroidea sont identifiées comme un clade monophylétique et les Cassiduloidea comme une séquence paraphylétique (Fig. 21). Dans les Cassiduloidea paraphylétique une série de branches de clades éteintes et existants conduisant au Clypeasteroidea. A la base les clypeidés et les nucleolitidés représentent des groupes disparus qui appartiennent au groupe souches de l'ensemble du clade neognathostomate. Les Apatopygidae sont le premier groupe frère existant qui a bifurqué, suivi par un plus grand clade comprenant entre autres les Cassidulidae actuels, Neolampadidae et les Pliolampadidae. Les Echinolampadidae entrent également dans ce clade, mais d'après leurs caractères les Echinolampadidés sont le plus proche groupe existant des Cassiduloidea qu'au Clypeasteroidea (Fig. 21). L'ordre détaillé des branchements de ces différents groupes existants et éteints est cependant mal soutenu et sensible à l'échantillonnage des taxons. En outre, les travaux antérieurs n'ont pas été d'accord sur l'identité du groupe frère existant avec les Clypeasteroidea, Neolampadidés (Suter, 1994), Echinolampadidés (Mooi, 1987, 1990a) et Apatopygidés (Smith, 2001) ce qui est, cependant, très clair, maintenant c'est que certains taxons éteints traditionnellement regroupés comme Cassiduloidea ou Oligopygoides relèvent désormais du groupe souche des Clypeasteroidea. Le plus basale est le clade, Faujasiidae qui entraîne le groupe souches profondément dans le Crétacé.

### 3-3) HIERARCHIE TAXONOMIQUE DES CLYPEASTERIDÉS

-Classe des Echinoidea Leske, 1778

-Sous classe des Euechinoidea Bronn, 1860

-Ordre des Clypeasteroidea Agassiz, 1872

Test ovoïde à aplati avec des ambulacres pétaloïde invariablement aussi larges ou plus larges que les interambulacres sur la surface orale; les plaques génitales fusionnées, les podia limité aux pétales; nombreux podia se prolongent à l'extérieur des pétales dans certains formes atteignant les interambulacres; péristome petit, aucunes fente auriculaire; test habituellement avec des piliers internes; épines petites, courtes, nombreuses; pédicellaires tridentés, ophicephales, tripholiées et globifères.

Répartition stratigraphique : Crétacé supérieur (Maastrichtien) – Récent.

-Sous ordre des Clypeasterina A. Agassiz. 1872

Test avec des piliers internes; pétales avec des plaques pseudocomposées; interambulacres adapicallement discontinues et terminé par des paires de plaques; système apical pentagonal ou radié, apex interambulacraire; épines miliaires aboral simplement dirigées. Répartition stratigraphique Eocène – récent.

-Famille des Clypeasteridae L. Agassiz, 1835

Cinq pores génitaux; sillons nourriciers simples mal définis; membrane buccale nue; plaques interambulacraires, primordiales habituellement considérablement réduites; Répartition stratigraphique Eocène- Récent.

### 3-4) DESCRIPTION DE LA FAUNE RECOLTEE.

**Genre *Clypeaster*** Lamarck, 1801

Synonymie : *Echinanthus* Gray, (non Bregynius) 1825.

Espèce type : *Clypeaster rosaceus* Linné, 1758.

Moyen à grand test aplati à fortement renflé, marge arrondi à aplatie et épaisse; péristome habituellement dans un profond infundibulum, surface orale extérieure plane à concave; les pétales variables fermés et arrondis à ouvertes avec les pores externes allongés ; les intérieurs arrondis généralement connectés par des cannelures; le périprocte habituellement inframarginal rarement marginal situé entre la 3ème et 4ème ou 4ème et 5ème paire de plaques coronales; supports internes variables dans l'abondance se composant des lamines et des piliers minces; mur du test double séparé parfois par des piliers.

Répartition stratigraphique Eocène- Récent.

### ***Clypeaster altus* Lamarck, 1816**

(Pl. X, fig. 4).

1778. *Scutum angulare altum* Klein: Leske, p. 23

1816. *Clypeaster altus* Lamarck, p.14

1861. *Clypeaster altus* Lamarck: Michelin, p.122-124, pl. 25, fig. a-g.

1958. *Clypeaster altus* Klein: Imbesi Smedile, p.28-30, pl.10, fig1-2b

1960. *Clypeaster altus* Klein: Roman, p. 73-75, pl. 3, fig. 1.

1964. *Clypeaster altus* Devriès, p. 379,381, 382, pl. 2, fig. 3-75. [Système ambulacraire]

1967. *Clypeaster altus* Klein: Marcopoulos-Diacantoni, p. 359-363, pl. 3 et pl. 4, fig.2.

### **Description**

Espèce de taille moyenne subpentagonale à angles saillants mais arrondis à côtés sinueux. Face supérieure gibbeuse tantôt épaisse et largement tronquée au sommet tantôt plus élancée, pyramidale et par suite à des troncatures moins larges. Dans les individus élevés les flancs sont légèrement infléchis, ils sont droits ou un peu convexes par suite au renflement des ambulacres ; bords sont arrondis plus ou moins épais et plus minces en arrière. Appareil apical dans une légère dépression de la troncature supérieure peu développé, le madréporite en bouton plus ou moins nettement pentagonal avec les pores génitaux assez éloignés des angles. Pétales formant des côtes plus ou moins saillantes, rétrécis à leur naissance arrondis à leur extrémité presque égaux entre eux. Zones porifères déprimées médiocrement déclives étalées sur les bords de l'ambulacre s'élargissant progressivement depuis leur naissance jusqu'à l'endroit où

elles se recourbent pour rétrécir l'entrée du pétale. Les paires de pores sont médiocrement serrées et les cloisons qui les séparent portent de sept à huit tubercules dans la partie la plus large.

Zones interporifères convexes renflées sur les bords et formant un rebord au-dessus de la région porifère plus ou moins aplaties sur le dos un peu gibbeuses à l'endroit où elles se recourbent pour entourer le sommet qu'elles dominent; renflées à l'extrémité où elles sont resserrées. Elles portent des tubercules beaucoup plus gros que ceux des cloisons formant deux rangées sur chaque plaque.

Interambulacres étroits près du sommet s'élargissant peu, médiocrement convexes; ils sont couverts de tubercules peu nombreux aussi gros que ceux du dos des pétales et ne formant que deux rangées verticales sur une longue bande à la partie supérieure. Péristome subarrondi, assez profondément situé dans un infundibulum évasé à parois un peu convexes n'atteignant pas à sa jonction avec la face inférieure le tiers du diamètre de l'oursin ; il est bien échancré par les sillons ambulacraires qui se prolongent jusqu'au bord en large gouttière. Périprocte arrondi, médiocre assez rapproché du bord inférieur. Tubercules de la marge supérieure semblables à ceux des pétales; ceux du dessous beaucoup plus développés fortement scrobiculés et très serrés ; les pétales s'arrêtent un peu plus loin du bord.

***Clypeaster subacutus* Pomel, 1887**

**(Pl. X, fig. 5).**

1885-1887. *Clypeaster subacutus* Pomel, p.264-265, pl. B 47, fig.1-17

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

1915. *Clypeaster subacutus* Pomel: Vadasz, p. 83-84.

1915. *Clypeaster subacutus* Pomel var. *depressus* Vadasz : Vadasz, p 83-84, fig. 53.

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



Espèce pentagonale à angles à peine marqués arrondis à bords latéraux un peu sinueux. Face supérieure subconique; tronquée assez étroitement à la partie supérieure ; de là le test descend en pente rapide vers le bord inférieur, la marge continuant presque sans flexion la déclivité de la partie pétalée. Marge peu ou pas étalée épaisse; bord arrondi; face inférieure plane. Appareil apical peu développé placé au milieu de l'étroite troncature que forme en se recourbant la partie supérieure des pétales et des interambulacres ; pores génitaux presque contigus aux angles du madréporite. Pétales ovales renflés en côtes assez saillantes rétrécis à la partie supérieure arrondis ou en large ogive à l'extrémité; la partie la plus large est aux deux tiers de la longueur ; ils descendent plus ou moins bas, les postérieurs n'atteignant que les deux tiers du rayon ou les dépassants un peu ; les antérieurs pairs sont un peu plus courts. Zones porifères déprimées, placées en partie sur la déclivité de la zone interporifère s'élargissant à la partie inférieure et se rapprochant assez à l'extrémité pour rétrécir sensiblement l'entrée du pétale. Paires de pores peu serrées; les petites cloisons qui les séparent portent dans la partie la plus large six ou sept tubercules peu rapprochés et réduits. Zones interporifères fusiformes, renflées, formant un rebord marqué au-dessus des zones porifères un peu gibbeuses à la partie supérieure à l'endroit où elles se courbent vers l'apex bien convexes sur toute leur longueur un peu étranglées et gonflées à l'extrémité où elles forment un léger renflement qui se continue sur la marge. Les plaques portent deux rangées horizontales de tubercules peu serrés plus gros que ceux des cloisons.

Interambulacres étroits même à l'extrémité des pétales se réduisant vite et régulièrement à une petite bande assez renflée entre les zones porifères se déprimant à la troncature supérieure entre les saillies des ambulacres. Péristome pentagonal au fond d'un infundibulum assez profond évasé. Les sillons ambulacraires en découpent fortement les angles puis s'effacent progressivement sans aller jusqu'au bord. Périprocte petit, sub-arrondi, rapproché du bord. Tubercules de la partie supérieure peu serrés semblables à ceux du dos des ambulacres, ceux du dessous sont un peu plus développés et plus fortement scrobiculés.

Localités. Beni-Saf, Oued Riou et les environs du Sig.

***Clypeaster cultratus* Pomel, 1887**

**(Pl. X, fig. 3)**

1885-1887. *Clypeaster cultratus* Pomel, p. 231-232, pl. b 49, fig. 1-5.

Assez grand oursin pentagonal presque aussi large que long, rétréci en arrière à angles très arrondis et cotés flexueux. Face supérieure élevée pyramidale conoïde obtuse et même un peu déprimée au sommet à marge assez large prolongeant la déclivité des flancs et un peu étalée avec le bord presque aigu tout autour. Face inférieure subplane ou légèrement pulvinée.

Apex petit déprimé pentagonal avec les pores génitaux presque contigus au madréporite. Pétales lancéolés en côte convexe peu proéminente les pairs postérieurs un peu plus longs que ceux du trivium égaux entre eux et ayant en longueur les  $\frac{3}{5}$  du rayon.

Zones porifère déprimées et un peu déclives sur les cotés des pétales étroites un peu convergentes à leur extrémité falciforme; les porifère, un peu plus en relief près de leur extrémité assez brièvement contractée bien convexes jusqu'au sommet légèrement infléchi dans la dépression apicale. Tubercules très petits; ceux des zones porifère en série de 9 à 10 sur chaque costule dans la partie la plus large, ceux des interporifères sensiblement plus gros et formant trois rangées transverses sur chaque assule. Interambulacres très peu convexes entre les zones porifère et se resserrant insensiblement jusqu'au sommet. Péristome pentagonal dans un infundibulum un peu campanulé brièvement évasé au bord plus ample que dans les espèces voisines mais encore assez petit bien échancré par les sillons ambulacraires qui se prolongent sur la face en étroites gouttières s'effaçant vers le bord. Tubercules du dessus presque aussi minuscules que ceux des zones Porifères bien séparés dans une granulation à peine visible; Ceux du dessus un peu plus gros que ceux des zones interporifères très peu serrés. Périprocte médiocre, arrondi, voisin du bord.

Cette espèce est surtout remarquable par la brièveté de ses pétales et son pourtour presque régulièrement pentagonal.

Localité : Terrains Miocènes de Beni-Saf.

#### 4) ORDRE DES SPATANGOIDA Agassiz, 1840a

##### 4-1) INTRODUCTION.

Les Spatangoides comportent des oursins en forme de cœur. Tous sont classés comme amphisternes puisque leur secteurs ambulacraires postérieurs commencent au péristome par une simple plaque ; le labrum qui est bilatéralement symétrique excepté chez la plupart des formes primitives est suivi d'une paire de plaques sternales.

Les fascioles sont absents chez les spatangues primitifs tels que la plupart des membres des Toxasteridae. Des formes plus évoluées ont développé un fasciole péripétal (fig. 22) dans la branche des hémiasterides péripétal avec un fasciole marginal supplémentaire chez les Pericosmidae et péripétal avec un fasciole latéro-anal supplémentaire chez les Schizasteridae. Dans la branche des micrasterides c'est le fasciole sub-anal auquel les Brissidae et certain Loveniidae ont ajouté un fasciole péripétale indiquant de ce fait la convergence avec l'assemblage des hemiasterides et les Loveniidae dans l'ensemble ont ajouté un fasciole interne. *Echinocardium* a aussi un fasciole anal. Enfin quelques groupes évolués de spatangues ont donné lieu à une perte de fascioles (par exemple, beaucoup d'Asterostomatidae).

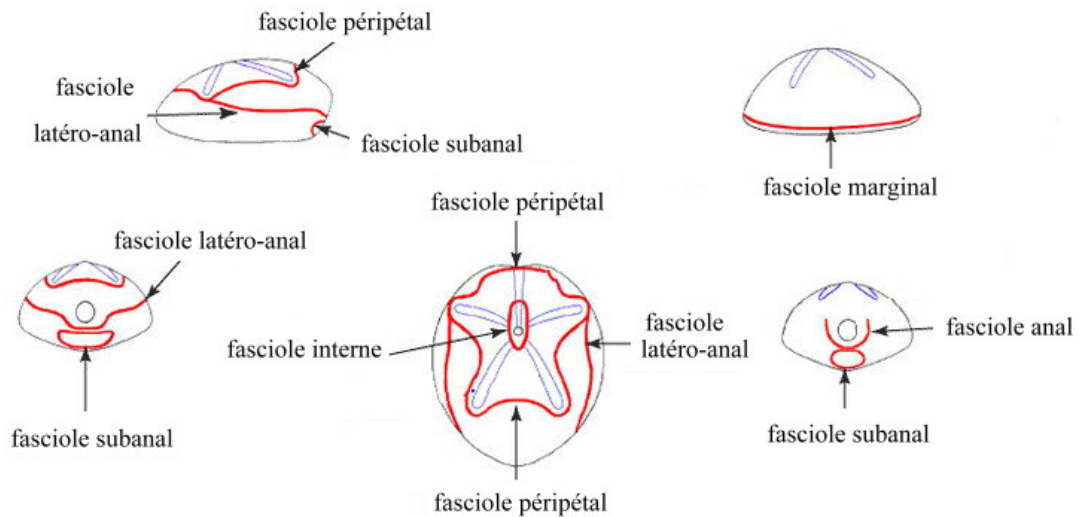


Fig. 22 : Fascioles des spatangoides (d'après Melville et Durham, 1966)

#### 4-2) PHYLOGENIE ET EVOLUTION.

Les premiers spatangues connus sont des membres du Toxasteridae, apparus dans les roches du début du Crétacé (Berriasien) de la région méditerranéenne. Beurlen (1934) Les voyait comme descendants des Holasterides du Jurassique terminal.

Durham et Melville (1957) ont cherché l'origine des spatangues dans les Galeropygidae. Durham (1955) suggère que les Holasteroidea, Cassiduloidea et Spatangoida dérivait d'un ancêtre commun au début du jurassique.

Cependant *Toxaster laffitei*, du Berriasien (Devrier, 1960) semble être un lien entre les Collyritidae et les Toxasteridae et donne ainsi de nouvel appuis aux vues générales de Beurlen(1934) et Mortensen (1948).

Parmi de nombreuses classifications proposées des spatangues (appelés Amphisternata par Mortensen, 1950) les plus significatif ont été édités par (Loven, 1883 ; Pomel, 1883 ; Clark, 1917 ; Lambert et Thiery, 1924-25 ; Mortensen, 1950 et Durham et Melville 1957). La différenciation et l'arrangement des familles adopté dans le "*Treatise*" qui s'adapte essentiellement avec la classification de Mortensen, (1948) mais sur la base de la priorité, Asterostomatidae est acceptée au lieu de Palaeopneustidae. Leur relation indiquée par les tendances évolutives principalement dans les dispositions des fascioles, des systèmes apicaux, des épines et des pétales faiblement développées (un certain genre entièrement non pétaloïde) avec l'absence des fascioles.

Les aterostomatidés sont les Spatangidés fortement développés, avec des fossiles connus attribués à l'Eocène.

Les toxasteridae, caractérisée par un système apical ethmophracte seulement de petites épines et la perte de fascioles dans la plupart des genres. Le groupe a donné lieu deux branches qui respectivement comportent les sous ordres des Hemiasterina et Micrastetina. Les principales familles sont les Hemiasteridae, avec seulement un fasciole péripétale, et les Schizasteridae, qui peuvent posséder une fasciole latéro-anal en plus.

Les Micrasterina ont un fasciole sub-anal en tant que dispositif de base. La Famille des Micrasteridae, principalement au Crétacé, catégories dans les Toxasteridae. Les familles principalement cénozoïques : Spatangidae, Loveniidae et Brissidae sont considérées comme des dérivés des Micrasteridae (fig. 23).

Tout au début du Néocomien les spatangues étaient modérément diversifiés. Établis en tant que groupe d'échinides qui se sont épanouis spécialement dans les environnements d'eau chaude de la zone néritique où ils se sont enfouis principalement en dépôt calcaire. Les familles évoluées des Schizasteridae et Brissiidae sont apparues pendant le Crétacé. Autres marqué par des spécialisations ; telles que la réduction de beaucoup de pores ambulacraires à un simple pore et le développement des épines primaires s'est effectués à l'Eocène. La diversité des spatangues a atteint un maximum absolu dans l'Eocène (fig. 23) à partir duquel le nombre de genres des spatangues a diminué considérablement bien que pas rapidement.

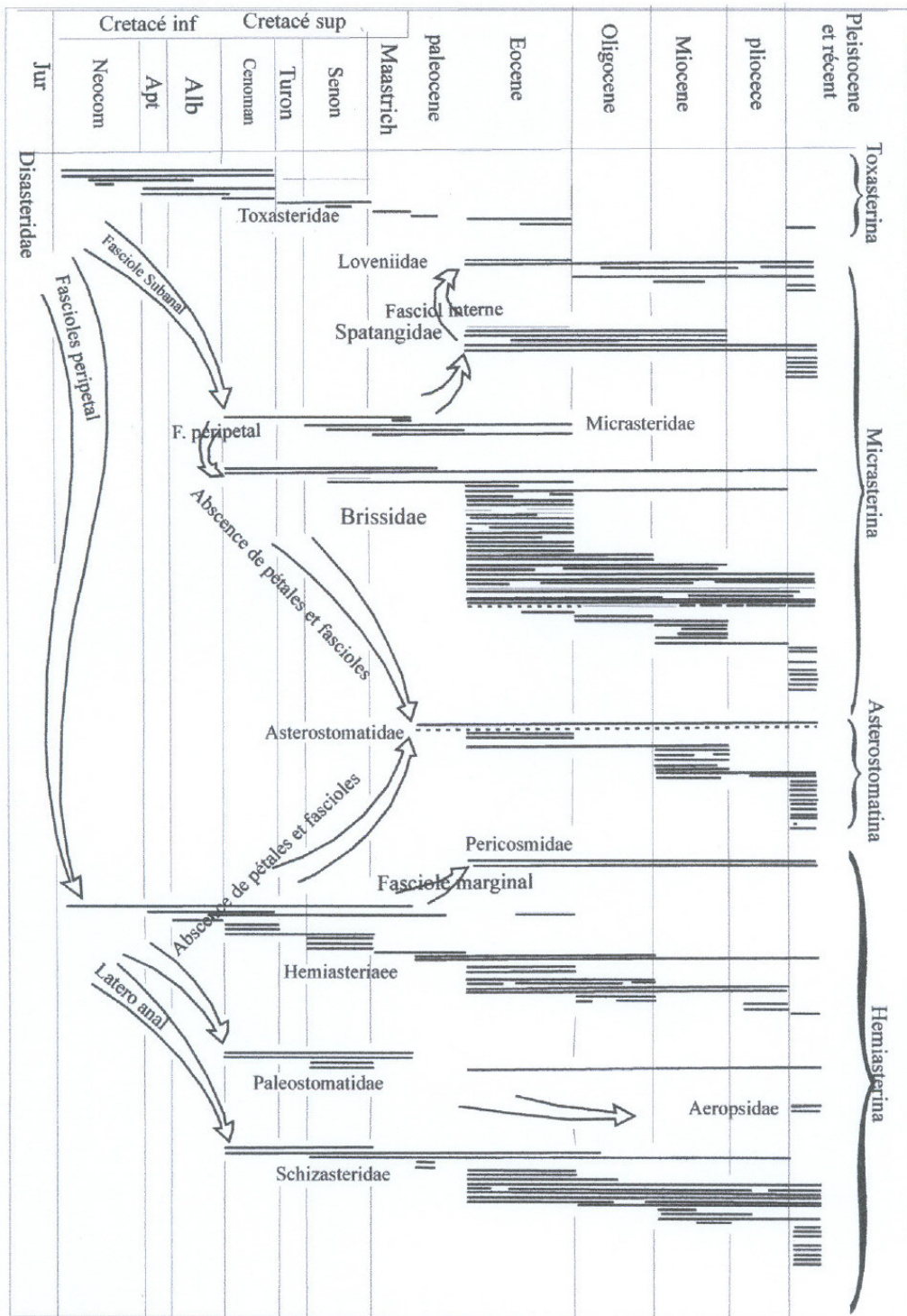


Fig. 23 : Phylogénique des spatangoides (d'après Fischer, 1952)

#### **4-3) HIERARCHIE TAXONOMIQUE DES SPATANGOIDES**

##### **-Super ordre Atelostomata Zittel, 1879**

Couronne rigide; périprocte à l'extérieur du système apical, aucunes plaques ambulacraires composées; lanterne ceinture et fentes branchiales absentes chez l'adulte; système apical et péristome rarement opposés, les tubercules primaires habituellement perforées et crénelées ; les épines primaires creuses; interambulacres invariablement plus larges que les ambulacres sur la surface orale.

Répartition stratigraphique : Jurassique- Récent.

##### **-Ordre Spatangoida Claus, 1876**

Test allongé souvent cordiforme ; système apical compacte ethmophract (ou éthmolytique), avec 4 gonopores ; face orale de la région interambulacraire postérieure normalement différencié dans un plastron amphisterne. Périprocte placé près de l'extrémité postérieure ; existence ou non de fasciole ; ambulacres pétaloïdes.

##### **-Sous ordre Paleopneustina [possible paraphylétique] Kroh et Smith, 2009**

Spatangoides ayant des fascioles péripétales chez quelques familles combinées avec un fasciole latero-anal ou marginal mais aucun avec fasciole sub-anal. Système apical ethmophracte à ethmolytique. Épines primaires développées chez peu de membres des Schizasteridae.

Répartition stratigraphique : Crétacé inferieur (Aptien.)-Récent.

##### **-Famille des Schizasteridae Lambert, 1905.**

Oursin en forme de cœur caractérisé par un fasciole péripétale et latéral (exceptions *Amphipneustes.*, *Proraster*); le système apical ethmophracte à ethmolytique portant 2 à 4 gonopores, épines généralement uniformément réparties mais quelques genres montrent une étouffe de plus longues épines à l'arrière (pour le maintien du canal sanitaire) et d'autres

montrent peu de différenciation dans les épines et les tubercules primaires. Plastron mesamphisterne à holamphisterne. Tranche bathymétrique : Néritique à abyssal.

Répartition stratigraphique Crétacé supérieur (Cénomaniens.) - Récent.

#### **4-4) DESCRIPTION DE LA FAUNE RECOLTEE.**

**Genre *Schizaster* Agassiz, 1836, p. 185**

Synonymie : *Brachybrissus* Pomel, 1887, p. 41.

Espèce type : *Schizaster studeri* Agassiz, 1836.

Test haut, inclinaison antérieure du sommet postérieur, se termine à travers le périprocte ; ambulacres creusés, ambulacre frontal profondément enfoncé ; pétales postérieurs aussi longs que des paires antérieures ; système apical ethmophracte avec 2 à 4 gonopores.

Répartition stratigraphique Eocène- Récent.

Ce genre est surtout caractérisé par des pétales bien creusés assez étroits et plus ou moins linéaires ; les antérieurs flexueux coudés à leur origine ; les postérieurs plus ou moins raccourcis, contractés à leur naissance et comme pédiculés ne se creusant que dans la partie élargie. L'ambulacre antérieur avec des zygo-pores simples est logé dans un large et profond sillon à parois abruptes ou surplombantes. Les interambulacres antérieurs sont très amincis et abaissés au sommet, le plus souvent dépourvus de pores génitaux et l'apex très réduit en longueur verse fortement en avant entre les sommets gibbeux et traqués des autres interambulacres.

La présence d'un fasciole latéro-sous-anal vient compléter cet ensemble de caractères essentiels.

***Schizaster cavernosus*, Pomel 1887**

**(Pl. II, fig. 1).**

1885-1887. *Schizaster cavernosus*, Pomel p. 76-78 ; [pl. A 25, fig. 6-8, inédites]



Grand oursin à pourtour presque en losange longuement atténué en avant et largement échancré plus brièvement atténué à l'arrière et un peu tronqué; à face supérieure brièvement retombante en arrière et déclive en avant dans tout le reste de son étendue médiocrement épaisse à l'arrière, amincie à l'avant la plus grande largeur étant à la hauteur de l'apex et la plus grande hauteur à un centimètre de l'extrémité postérieure disposée en rostre peu saillant. Apex un peu déprimé à deux pores génitaux excentrique en arrière.

Ambulacre antérieur formé de paires de pores serrées en série unique le long du pli des assules ambulacraires les pores sont petits séparés par un granule et il en part une strie qui remonte jusqu'à la suture interambulacraire et paraît même se poursuivre sur le fond du sillon. Celui-ci est très ample, très profond dès son origine un peu resserré vers l'avant qu'il échancre fortement et au-dessous duquel il se prolonge en gouttière jusqu'à la bouche. Ses parois verticales sont creusées en surplomb formées dans la moitié supérieure par une assez large bande de l'interambulacre rentrante sous la marge presque lisse et costulée sur les sutures. Pétales fortement coudés assez loin de leur naissance puis presque droits, courts, serrés contre le sillon impair beaucoup moins creusés divergeant entre eux de 33° les postérieurs à fossette ovale n'ayant guère plus du 1/3 de la longueur des antérieurs. Fasciole péripétale serrant de près les pétales allant croiser le sillon impair près du bord. Interambulacres antérieurs très étroits saillants en côte obtusément carénée entre les sillons; les latéraux assez longuement contractés et peu gibbeux au sommet l'impair assez épais, caréné en toit puis obtusément à sa partie postérieure retombante. Péristome assez éloigné du bord en croissant à lèvre brisée faiblement déprimé au pourtour.

Périprocte au sommet de la face postérieure sous un faible rostre. Plastron un peu convexe, ample, lancéolé angulairement rétréci en arrière vers les 2/5; talon un peu arrondi et pulviné et un peu proéminent en arrière. Fasciole latéro-sous-anal naissant vers le milieu des pétales antérieurs.

Localité : Jdiouia, région de Relizane

***Schizaster eurynotus* Agassiz, 1840**

**(Pl. IX, fig. 4).**

1842. *Schizaster eurynotus* Sismonda, p. 20. in Sismonda 1844, pl. 2, figs 2, 3.

Test cordiforme rétréci acuminé et coincé en arrière profondément échancré en avant par un sillon qui s'évase en dessus et très brusquement élargie vers l'apex. Face supérieure déclive en avant avec carène postérieure très saillante dont la partie culminante est un peu en arrière des pétales puis infléchi en rostre au dessus du périprocte. Apex très excentrique en arrière a deux pores génitaux.

Ambulacre impaire avec des pores très petits séparés par un bourrelet granuleux sont disposés par paires serrées au pied du sillon. Les assules ambulacraires forment la base de ces bords dont le sur plus forme les interambulacres qui forment au dessus du sillon une carène étroite saillante. Zone inter porifères très large, plane, finement granuleuse.

Ambulacres pairs étroits, profonds très inégaux les antérieurs à double flexion lyrés, très rapprochés du sillon séparés par une étroite crête interambulacraire. Ambulacre postérieurs très courts un tiers des antérieurs.

Interambulacres accidentés par des saillies noduleuses des centre des plaques ; qui forment en avant une série unique qui se confond avec la crête bordant le sillon.

Face inférieur à large plastron plat formant saillie avec des zones périplastronales et ambulacraires étroites finement granuleuse. Péristome peu éloigné du sillon réniforme à labrum ourlé peu saillant. Face postérieur étroite rentrante à grand périprocte ovale.

Tubercules peu développés plus gros en dessous, sériés sur le plastron et sur les flancs. Fasciole péripétale de médiocre largeur avec des séries d'étranglements aux points où il traverse les nodosités. Fasciole latéro sous-anale étroit linéaire passant assez haut sur les flancs et s'infléchissant brusquement en V au dessous du périprocte.

Localité : région de Sig

***Schizaster phrynus*, Pomel, 1887**

**(Pl. I, fig. 8)**

1885-1887. *Schizaster phrynus*, Pomel, p. 101-103, pl. 29 A, fig.6-8

1870. *Schizaster scillae* Nicaise, *Cat. des anim. foss. de la prov. d'Alger*,

1855. *Schizaster eurynotus* Wright, ? *Ech. Malt.* P. 262 ( non Agass).

Grand oursin cordiforme assez fortement échancré à l'avant élargi vers le milieu sur les côtés, atténué à l'arrière et se terminant par un rostre obtus surplombant la troncature de la face postérieure oblique en dessous; face supérieure largement déclive en avant. Apex déprimé, médiocre à 4 pores génitaux excentriques en arrière. Ambulacre antérieur formé de paires de pores obliques nombreuses en série simple à pores petits séparées par un granule saillant placées dans le pli des assules ambulacraires qui remontent jusqu'à la suture interambulacraire en formant un abrupt cannelé verticalement par les stries qui partent des pores extérieurs. Le sillon est large presque dès son origine se rétrécissant un peu à l'avant peu profond, très granulé à son plafond à parois abruptes ou excavées sous la marge carénée formée par le bord de l'interambulacre; à la face inférieure le sillon se réduit à une gouttière atténuée vers le péristome. Pétales antérieurs coudés en dehors de leur naissance longs, droits puis un peu flexueux à l'extrémité divergeant entre eux de 55°; les postérieurs flexueux ayant les 2/5 de la longueur des antérieurs et assez divergents. Fasciole très marqué un peu déprimé serrant de près les pétales et formant un lobe assez saillant au croisement du sillon impair.

Interambulacres antérieurs assez saillants entre les sillons en forme de côte large en avant atténuée et relevée en carène vers le sommet qui s'infléchit et s'efface contre l'apex; le versant au pétale est régulièrement déclive celui vers le sillon est en bourrelet noduleux terminé par une faible arête au bord, les latéraux contractés assez gibbeux et tronqués au sommet le postérieur assez saillant en carène qui devient obtuse à mesure que la ligne de profil s'incurve en arrière pour former le rostre.

Péristome assez éloigné du bord presque à fleur de test en croissant obtus à lèvre très courte très étroitement bordée calleuse non étalée. Périprocte ovale sous le rostre qui surplombe un aréa déprimé assez étroit rétrécie vers le bas et tronquée à une assez grande distance au-dessus du talon. Fasciole latéro-sous-anal se branchant très haut derrière le pétale antérieur descendant en écharpe sur les flancs et s'abaissant fortement à hauteur de l'anus pour circonscrire l'aréa sous-anal. Plastron grand, ovale peu resserré à l'avant presque plat tronqué, arrondi à l'arrière

bordé d'avenues lisses étroites qui par leur déclivité le mettent en relief. . Cet oursin a souvent été pris pour le *Schizaster sillae* ou *eurynotus* d'Agassiz.

Localité : Jdiouia, région de Relizane

***Schizaster saheliensis* Pomel, 1887**

**(Pl.VI, fig. 4)**

1885-1887. *Schizaster saheliensis* Pomel : p. 72-73, pl. A 13, fig. 1-5

1891. *Schizaster saheliensis* Pomel : Cotteau, Péron et Gauthier., p.111-113.

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

Espèce de grande taille plus longue que large assez haute rétrécie en arrière arrondie et largement échancrée en avant. Face supérieure déclive d'arrière en avant le point culminant plus près de l'apex que du bord ; la carène interambulacraire postérieure se termine en un rostre qui couvre la face anale un peu rentrante. Dessous médiocrement renflé. Apex excentrique en arrière aux  $\frac{3}{5}$  de la longueur totale. Appareil apical situé dans une dépression formée par la saillie des interambulacres. Les plaques génitales postérieures montrent deux grands pores les antérieures en sont dépourvues, la madréporite ne se prolonge que très peu en arrière.

Ambulacre impair logé dans un sillon profond et large dont les bords sont surplombés par un repli des plaques extérieures des interambulacres. Ce sillon se rétrécit un peu près du bord au passage du fasciole. Zones porifères 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. Pores peu développés mais bien visibles séparés par un granule. Zone interporifères large et granuleuse.

Ambulacres pairs antérieurs coudés près du sommet avec une légère inflexion à leurs extrémités. Ils sont logés dans des sillons profonds médiocrement larges bords escarpés. Zones porifères larges appliquées 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. Ambulacres postérieurs assez

divergents logés dans des sillons d'abord très rétrécis près de l'apex s'élargissant rapidement. Aires interambulacraires antérieures saillantes, bicarénées, étroites à leur partie supérieure s'élargissant ensuite en formant un talus de plus en plus développé vers le sillon des ambulacres pairs. Aires latérales larges à la base noduleuses médiocrement saillantes. Péristome rapproché du bord en croissant bordé en arrière d'une lèvre large et saillante. Les avenues ambulacraires du trivium forment de légers sillons.

Plastron grand ovale élevé sensiblement au-dessus des avenues postérieures ; il est couvert de nombreux tubercules sériés en chevrons qui diminuent de volume à mesure qu'ils s'éloignent du péristome. Périprocte largement ovale placé en haut de la face supérieure immédiatement au-dessous du rostre et au-dessus d'un area déprimée et rentrante. Fasciole péripétale grand, anguleux, étranglé à chaque pli plus développé à l'extrémité des sillons ambulacraires suivant d'assez près les pétales droit en arrière oblique en avant et traversant le sillon à l'endroit où il l'atteint sans en longer les bords. 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.

Localité : région de d'Arbal

***Schizaster maurus* Pomel, 1887**

**(Pl. VIII, fig. 2)**

1885-1887. *Schizaster maurus*, Pomel : p 87-89. pl, A12 , fig. 1-9 [pl.28, fig. 5 ;pl, 29, fig.4]

Espèce d'assez grande taille sub-ovale rétrécie en avant et surtout en arrière élargie au milieu; partie antérieure échancrée par le sillon impair. Face supérieure déclive d'arrière en avant, le point culminant occupant à peu près le milieu entre l'appareil et le bord postérieur. Face postérieure rostrée en haut et rentrante en bas; ambitus arrondi sur les côtés.

Face inférieure renflée avec plastron ovale. Apex excentrique en arrière aux deux tiers de la longueur totale. Ambulacre impair logé dans un sillon profond, excavé, médiocrement élargi mais il se resserre un peu à l'extrémité antérieure. Les paires de pores assez serrées sont alignées irrégulièrement. Ambulacres pairs peu divergents coudés à leur naissance un peu

infléchis en arrière à leurs extrémités logées dans des sillons moins profonds que celui de l'ambulacre impair. Zones porifères égales ayant les paires serrées. Les pores 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. Interambulacres antérieurs étroits, carénés se repliant sur le bord du sillon impair. Interambulacres latéraux larges et noduleux, saillants près du sommet. Interambulacre impair court médiocrement caréné à la face supérieure en partie incliné vers l'arrière.

Fasciole péripétale large à l'extrémité des ambulacres avec étranglement 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. Péristome médiocrement éloigné du bord transverse bien labié. Plastron ovale un peu bombé limité de chaque côté par de larges avenues ambulacraires couvert de tubercules serrés diminuant de volume à mesure qu'ils s'éloignent du péristome. Périprocte ovale placé sous le rostre de l'interambulacre impair dans un area oblique rentrante à la partie inférieure.

Localité : région de Sig

***Schizaster speciosus* Pomel, 1887**

**(Pl. VIII, fig. 3)**

1885-1887. *Schizaster speciosus* Pomel: p. 70-72, pl. A 11, fig. 1-7.

Espèce de très grande taille très haute à la partie postérieure épaisse en avant ovalaire fortement échancrée par le sillon antérieur médiocrement rétrécie en arrière. Face supérieure déclive d'arrière en avant mais en pente très douce, le point culminant se trouvant en arrière de l'apex plus près de celui-ci que du bord. Face postérieure surplombée par le rostre interambulacraire; face inférieure renflée avec plastron convexe. Apex excentrique en arrière aux deux tiers de la longueur totale.

Appareil apical placé dans une dépression formée par la saillie des aires interambulacraires ; il ne porte que deux pores génitaux les postérieurs qui sont largement ouverts. La plaque madréporite est médiocrement développée et ne se prolonge que très peu en arrière. Ambulacre impair logé dans un sillon très profond et large dès le sommet se prolongeant jusqu'au bord à

peine rétréci au passage du fasciole. Les parois sont escarpées et surplombées par le bord des aires interambulacraires. Les carènes sont noduleuses et portent près de l'apex quelques gros tubercules. Zones porifères étroites, longues et droites ; les paires sont serrées et toujours à la même distance l'une de l'autre; elles ne commencent à s'écarter qu'à quelques millimètres 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, assez larges, fortement coudés près de l'apex médiocrement flexueux sauf à leurs extrémités. Les sillons qui contiennent les pétales sont profonds à parois verticales. Zones porifères larges composées de paires serrées de pores allongés formant des chevrons à angles très obtus conjugués par un sillon bien marqué. Le bourrelet qui sépare les côtes est très granuleux. Zone interporifères finement granuleuse plus étroite que la zone porifère.

Ambulacres postérieurs courts dans leur partie pétalée n'atteignant pas en longueur la moitié des antérieurs, coudés et rétrécis près du sommet, larges au milieu. Le sillon qui les renferme s'arrondit à l'extrémité. Aires interambulacraires antérieures étroites près du sommet saillantes portant sur leurs doubles carènes deux lignes de nodosités qui divergent fortement à la partie inférieure. Interambulacres latéraux très larges à la base formés de grandes plaques irrégulièrement hexagonales se rétrécissant à partir du fasciole péripétale et aboutissant au sommet par un bord tronqué. Les nodosités sont plus nombreuses à la partie supérieure. L'interambulacre impair est fortement arqué avec deux carènes obtuses qui se recourbent pour former le rostre terminal. Fasciole péripétale anguleux, large, étranglé 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. Fasciole latéro-sous- anal à peu près nul il se détache assez haut en arrière des pétales antérieurs et traverse obliquement les flancs de l'oursin pour aller former un grand pli au dessous du périprocte.

Péristome médiocrement éloigné du bord en croissant avec lèvre postérieure grande et saillante. Plastron large, ovale, couvert de séries en chevrons de tubercules serrés un peu plus

développés près du péristome. Les avenues ambulacraires qui le bordent sont assez étroites. Périprocte largement ovale presque rond placé assez bas au-dessous de l'auvent postérieur qui est très épais. Vu la hauteur du test dans cette partie il reste encore au-dessous un long area triangulaire déprimée et qui semble limitée par les arêtes fasciolaires.

Localité : région de Sig

#### **- Sous ordre Brissidina Stockley et al, 2005**

Spatangues à ambulacres Pétaloïdes avec fasciole subanal (absent dans quelques membres des Loveniidae ce qui peut être combiné avec des fascioles péripétales ou fasciole interne. Les épines primaires développées à l'exception des Micrasteridae.

Répartition stratigraphique : Crétacé (Cénomaniens)-Récent.

#### **-la Famille des Brissidae Gray, 1855.**

Oursin en forme de cœur typiquement pourvu de fasciole péripétale et sub-anal, dernièrement avec des branches anales chez quelques un le système apical ethmophracte à ethmolytique, avec 2 à 4 gonopores; couverture d'épine comprenant normalement de grandes radioles généralement situées à l'intérieur de la région déprimée des fasciole. Plastron ultramphisterne. (Néritique à bathyal.) Répartition stratigraphique : Crétacé supérieur (Santonien)-Récent.

#### **Genre *Brissoma* Pomel, 1883**

Synonymie : *Brissopsis* Gray, 1855 error type

*Toxobrissus* Desor, 1858

Espèce type : *Brissopsis lyrifera* Forbes, 1841.

Test ovoïde ou oblong plus ou moins déprimé émarginé ou échancré en avant. Apex médian ou submédian à 4 pores génitaux rapprochés. Ambulacre impair simple dans un sillon bien marqué. Pétales à zones porifères internes du côté de l'axe: longuement atrophiées par réduction insensible des Zygo pores et par suite de forme plus ou moins spatulée et se courbant plus ou moins pour figurer des croissants latéraux en contact par leur convexité à la hauteur de



l'apex. Sommets des interambulacres antérieurs et postérieurs presque oblitérés. Fasciole péripétale flexueux lobé en avant; le sous-anal entourant le talon du plastron. Péristome labié assez éloigné du bord. Périprocte à la partie supérieure de la face postérieure tronquée. Avenues ambulacraires grandes et lisses à la face inférieure.

***Brissoma latepetalum* Pomel, 1887**

**(Pl. VIII, fig. 1)**

1885-1887. *Brissopsis latepetalus* Pomel : p 45, pl. A 6, fig. 5

Oursin d'assez grande taille suborbiculaire échancré en avant, ambulacre antérieur à zones porifères grêles très distantes placées sur les bords d'un sillon large dès son origine à bords bien nets et un peu abrupts se resserrant brusquement près du bord antérieur qu'il échancre faiblement. Apex excentrique en arrière déprimé à 4 pores génitaux en trapèze ceux du même côté presque contigus; madréporite triangulaire rejeté en arrière. Pétales creusés en larges sillons bien limités à zone interporifères plus large que l'une des porifères les antérieurs étalés droits les postérieurs un peu obliques en arrière sensiblement plus larges bien plus courts légèrement atténués en arrière. Fasciole péripétale flexueux et contracté de distance en distance croisant les sillons antérieurs très près du bord. Les interambulacres couverts de petits tubercules serrés peu inégaux sont bossus près du sommet déprimé sauf l'impair qui est plus surbaissé entre les pétales et ne devient bien convexe que près du bord.

Cet oursin a une certaine analogie avec *Brissoma sismondae* Agassiz, 1847 par la disposition de ses pétales mais ses pétales sont beaucoup plus longs. *Brisoma Duciei* Wright, 1855 en diffère beaucoup plus par ses pétales plus étroits surtout les postérieurs.

Localité : terrain Miocène: Barrage du Sig.

***Brissopsis boutyi* Pomel, 1887**

**(Pl. I, fig. 7)**

1885-1887. *Brissopsis boutyi* Pomel : p 53-54, pl. A 24, fig. 1-4

Oursin de moyenne taille subelliptique un peu échancré à l'avant tronqué verticalement a l'arrière. Apex un peu excentrique en arrière à 4 pores génitaux rapprochés. Ambulacre impair simple dans un sillon assez large et assez profond moins creux et un peu contracté au bord antérieur et prolongé jusqu'à la bouche en simple dépression. Pétales assez creusés ; les antérieurs plus longs et plus étalés que les postérieurs spatulés à zones porifères internes longuement atrophiées, l'interporifère plus étroite dans la partie la plus large. Le sommet des interambulacres antérieurs très convexes s'abaisse et s'atténue brusquement près de l'apex, celui des latéraux est peu gibbeux et celui du postérieur est très réduit et déprimé se relevant ensuite en assez forte convexité subcarénée. Fascioles péripétales sinueux sur les interambulacres latéraux beaucoup moins sur les antérieurs où son lobe est très large traversant le sillon impair près du bord. Péristome près du bord, réniforme faiblement labié; périprocte elliptique vertical au sommet de la face postérieure déprimée en area presque lisse. Fasciole sous-anal réniforme entourant le talon du plastron; celui-ci convexe, lancéolé, bien tuberculé et séparé par des avenues 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 bord.

Localité : Terrains miocènes: calcaire à mélobésies de l'Oued Riou

***Brissopsis depressa* Pomel, 1887.**

**(Pl. V, fig. 2).**

1885-1887. *Toxobrissus depressus* Pomel : p. 52-53, pl. IV

1885-1887. *Brissopsis depressus* Pomel : p. 52-53, pl. A VI, fig.7, pl. 8, fig. 5-7.

Oursin de moyenne taille subovoïde, déprimé, échancré à l'avant, tronqué à l'arrière et obliquement en haut, déprimé en dessus au voisinage de l'apex celui-ci subcentral à 4 pores génitaux rapprochés. Ambulacre impair simple logé dans un sillon étroit et profond qui devient plus superficiel au bord, et continu en dessous jusqu'à la bouche. Pétales creusés en sillons peu profonds mais bien limités étroits à zone interporifère plus étroite que les zones porifères dont les internes sont fortement atrophiées au sommet; les antérieurs plus arqués vers l'extérieur.

Les interambulacres antérieurs convexes en côtes saillantes qui s'atténuent brusquement un peu en avant de l'apex; le postérieur brièvement déprimé puis se relevant à l'arrière de l'étoile en convexité un peu déprimée sur la suture.

Fasciole péripétale sinueux, rentrant sur les interambulacres pairs, le lobe antérieur bien avancé et non atténué en avant. Péristome subsemi-lunaire, faiblement labié, éloigné du bord ; les ambulacres du trivium y aboutissant par des sillons très marqués et lisses sur toute l'étendue de la face inférieure. Périprocte petit, arrondi au sommet d'un aréa déprimée presque lisse. Fasciole sous-anal formant un écusson réniforme transverse non radié autour du talon du plastron. Plastron étroitement triangulaire un peu caréné bien tuberculé séparé par de larges avenues lisses des interambulacres latéraux semblablement tuberculés.

Localité : terrains Miocènes Oued-Ameria et Ravin d'Oran.

***Brissoma saheliense* Pomel, 1887**

**(Pl. II, fig. 2).**

1885-1887. *Brissopsis saheliensis* Pomel : p 44-45, pl. A V, fig. 1-3.

Oursin assez grand taille subcirculaire à contour anguleux marginé en avant. Face supérieure assez convexe et ondulée à point culminant sur le sommet les interambulacres latéraux un peu déclive en avant, épaissie en arrière. Apex déprimé à quatre pores génitaux rapprochés. Ambulacres antérieures à pores petits dans un sillon large bien limité par de petites carènes abruptes se resserrant un peu vers le bord qu'il émargine et se prolongeant en dessous jusqu'au péristome. Pétales bien creusées en sillon bien limités inégaux à zone porifères plus étroite que celle des porifères, les antérieures assez étalées s'étendant jusque au près du bord ou un sillon superficiel les continue les postérieures assez obliques en arrière séparé par un interambulacre surbaissés bien convexe.

Fasciole péripétale subpentagonal flexueux nu peu rentrant dans les interambulacres latéraux droit sur le postérieur ondulant sur les postérieurs et croisant le sillon impair près de son extrémité. Péristome très distend du bord antérieur subréniforme labié les ambulacres du trivium y convergent sous forme de sillon très évasés et lisses ceux du bivium ont des avenues

larges qui limitent un plastron sublancéolé bien tuberculé le périprocte est déformé. Le fasciole sous anale invisible. Ces bords sont très convexes pluinés en dessous les tubercules du dos sont nombreux petits et serrés le milieu des demi-zones interambulacraires se relèvent un peu en carène bosselé

***Genre Schizobrissus Pomel, 1887***

Synonymie : *Deakia* Pavay : 1874, p. 152

Espèce type : *Deakia rotundata* Pavay, 1874.

Grands oursins cordiformes ayant l'ambulacre antérieur dans un sillon qui se creuse en avant et échancre profondément le bord à péristome fortement labié s'ouvrant très près du fond du sillon à périprocte ample sous un rostre en auvent de la face postérieure. Le dos et le plastron sont plus ou moins convexes; le fasciole péripétale très sinueux croise le sillon en avant; le sous-anal est très largement réniforme presque en fer à cheval et son écusson n'est pas radié.

***Schizobrissus mauritanicus Pomel, 1887***

**(Pl. III, fig. 2)**

1885-1887. *Schizobrissus mauritanicus* Pomel : p. 59-60, pl. A3, fig. 1-3, pl.4, fig.5-6

Oursin ovoïde cordiforme très profondément échancre en avant un peu atténué en arrière et y formant une grande saillie en auvent ; 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 la partie postérieure du dos est fortement convexe presque en carène. Pétale creusés en sillon médiocrement large, les antérieurs assez divergents et arqués ayant les 2/3 du rayon les postérieur plus longs un peu arqués très divergents en arrière.

Plastron convexe saillant en plate forme 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. Péristome en croissant obtus fortement labié s'ouvre très près du sillon. Périprocte ample, arrondi, compris sous l'auvent du bord postérieur et au dessus d'un assez grand aréa déprimé bordé par le fasciole.

Fasciole péripétale très sinueux rentrant plus au moins sur les aires interambulacraires et formant à l'avant un grand lobe carré qui dépasse l'aplomb de l'échancrure. Les tubercules du dos sont petits et serrés et grossissent un peu au haut des interambulacres antérieurs. Le fasciole sous-anale entoure le talon et remonte fort haut sur ses cotés

Localité : région de Mostaganem.

## **5) ORDRE DES ECHINOLAMPADOIDA Kroh et Smith, 2009**

### **5-1) INTRODUCTION.**

Les Echinolampadoida font partie des Neognatostomata qui regroupent les Clypeastéridés, les Oligopygidés et les Néolampadidés. Ils forment l'un des majeurs clades des échinides irréguliers.

Malgré leur apparition spectaculaire au Jurassique et leur grande diversité au Crétacé moyen ils sont actuellement sévèrement réduits.

Les Echinolampadidae sont un groupe d'échinides de taille moyenne ayant généralement une surface orale plane et une surface aboral doucement à fortement arrondie. Le contour du test vu par dessous ou par-dessus est presque parfaitement circulaire dans quelques genres.

### **5-2) PHYLOGENIE ET EVOLUTION.**

Les tendances évolutives récapitulées (fig.24) montrent la phylogénie des genres des Echinolampadoida.

Les Galeropygidae sont les premiers de tous les Cassiduloides et les plus primitifs. Ils ont un périprocte supramarginal en contact avec le système apical, pétales très légèrement développés, test aplati et large et les phyllodes longs et étroits.

Les Clypeidae descendant des Galeropygidae ou d'un ancêtre proche des Galeropygidae. Ils ont des pétales bien développés et le périprocte habituellement plus marginal ou infra marginal.

Les Nudeolitidae comme les Clypeidae descendant des Galeropygidae. Ils ont des pétales plus prononcés et ont normalement moins de paires de pores dans les phyllodes.

Les Faujasiidae semblent être descendus des Nudeolitidae. Les tendances Évolutives dans cette famille sont vers la diminution de nombre de pores dans les phyllodes, augmentation dans

le développement des bourrelets et pétales et le changement du système apical de tetrabasat à monobasal. Les Echinolampadidae descendent des Nucleolitidae.

Les Pliolampadidae se distinguent des Echinolampadidae par des pétales avec des zones porifères d'égale longueur et par l'absence d'une zone nue oralement dans interambulacre 5 dans la plupart des espèces.

Les Clypeolampadidae dérivent de certain genre des Nucleolitidae leurs pétales sont semblables à ceux de *Hypopygurus*.

L'Archiacidae ont deux séries de pores dans les phyllodes de chaque demi ambulacre c'est pourquoi ils proviennent probablement d'un certain genre dans les Nucleolitidae.

L'Apatopygidae descendus probablement des Nucleolitidae comme démontré par leurs pétales droits, des zones porifères étroites ouvertes, périprocte supramarginal, des bourrelets légèrement développés et des phyllodes avec deux séries de pores dans chaque demi-ambulacre. Absence des pores buccaux dans, les phyllode à simple pores et la présence de "pyrinid " dans l'ambulacre au delà des pétales distinguent l'Apatopygidae de tous autres Cassiduloides.





Ils vivent partiellement enterrés jusqu' à leurs pétales. L'absence des fascioles les empêche probablement de s'enterrer complètement.

### **5-3) HIERARCHIE TAXONOMIQUE DE L'ORDRE DES ECHINOLAMPADOIDA**

Ambulacres de la région apicale Pétaoloïdes; périprocte en dehors de du système apical; phyllodes et bourrelets habituellement présent; aucunes mâchoires ou fentes auriculaires chez l'adulte.

Répartition stratigraphique : Jurassique- Récent.

#### **- famille des Echinolampadidae Gray, 1851**

Taille moyenne à grande fortement gonflé; système apical tetrabasal ou monobasal; pétales longues habituellement ouvertes avec zones porifère inégales, pores simples dans des plaques ambulacraires au delà des pétales; périprocte marginal à inframarginal transversal ou longitudinal; les bourrelets bien développés; phyllodes élargis avec peu ou beaucoup de pores; zone granulaire nue étroite dans interambulacre 5; pores buccaux.

Répartition stratigraphique : Crétacé (Cénomaniens.) - Récent.

### **5-4) DESCRIPTION DE LA FAUNE RECOLTEE.**

#### **Genre *Echinolampas* Gray, 1825**

Synonymie : *Echinus oviformis* Gmelin, 1789, p.3187

Espèce type : *Echinolampas ovata* Leske, 1778.

Test de forme et taille variables ; test ovale en général convexe en dessus, plan ou légèrement concave en dessous ; pétales plus ou moins ouverts ; pores ambulacraires inégaux dans les mêmes pétales ; pores génitaux en nombre de quatre ; péristome pentagonal avec floscelles bien développée ; périprocte elliptique inframarginal.

Répartition stratigraphique Eocène –Récent.

***Echinolampas abbreviatus* Pomel ,1887**

**(Pl. III, fig. 3)**

1885-1887. *Echinolampas curtus* Pomel : p. 138-139, pl. B 9, fig. 1 *a, b, c, d*

Oursin de moyenne taille subcirculaire un peu rétréci en arrière et sensiblement rostré. Face supérieure convexe subconique plus arrondie à l'avant plus longuement déclive en arrière. Face inférieure concave pulvinée sur les côtés antérieurs et latéraux, ondulée en arrière par le passage des ambulacres. Apex petit presque à fleur à 4 pores génitaux assez fortement excentrique en avant. Ambulacres longs, étroits, atténués vers le haut à fleur ou à peine costés à zones porifères grêles peu serrées bien conjuguées; les pairs postérieurs un peu arqués en arrière. Péristome un peu excentrique en avant subpentagonal transverse avec floscèle très superficiel mais bien marqué. Périprocte elliptique transverse tout à fait infra-marginal. Tubercules petits peu serrés en dessus ceux des ambulacres formant quatre rangées verticales entre les zones porifères; ceux du dessous plus rapprochés, plus gros fortement scrobiculés surtout près du bord.

Localité : terrain miocène Ben Abdelmalek Ramdhane-plage.

***Echinolampas costatus* Pomel, 1887**

**(Pl. II, fig. 3)**

1870. *Echinolampas hayesianus* Nicaise : *cat. Foss. Alg* (non Dessor). Pl. BVIII *bis*, fig. 1-3

Oursin de taille moyenne presque circulaire et un peu anguleux subpentagonal face supérieure subhémisphérique un peu plus longuement déclive à l'arrière et légèrement rostrée. Face inférieure déprimée vers le milieu largement pulvinée tout autour à peine ondulée au passage des ambulacres. Les deux faces se réunissent presque angulairement sur les bords. Apex petit à fleur à 4 pores génitaux peu distants un peu excentrique en avant et un peu au-devant du sommet. Pétales courts, larges relevés en côte convexe bien limitée par le sillon dans lequel sont enfoncées les zones porifères. Le pétale impair bien plus étroit à peu près régulier ayant une légère tendance à se fermer. Pétales pairs antérieurs sublancéolés quoique bien ouverts à zone porifère postérieure ondulée. Péristome un peu excentrique en avant pentagonal

transverse à sinus bien anguleux à floscèle bien marqué par des phyllodes courts, déprimés entre des bourrelets tronqués un peu saillants. Périprocte elliptique transverse à bords un peu déprimés 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 en dessous et moins serrés autour du péristome.

Localité : région de Mostaganem

***Hypsoclypus* Pomel, 1869**

**(Pl. III, fig. 1)**

*Conolampas* : Agassiz, 1883, p. 48.

Espèce type : *Conoclypus sigsbei* Agassiz, 1878.

Oursin de forme générale assez haute pourtour elliptique face supérieur subconique régulièrement convexe en dessus, apex submedian au sommet. Pétales droits à fleur de test insensiblement atténués au sommet subégaux ; ambitus presque confondu avec le plan de base. Zone porifères très grêles, assez serrées inégales en longueur.

Péristome petit à fleur de test pentagonal un peu transverse à phyllodes très peu déprimés. Les zones porifères logées dans un sillon ; périprocte petit brièvement elliptique infra-marginal à une faible distance de la marge. Tubercules très petits scrobiculés ceux des pétales forment des rangées transversales.

Localité : région de Mostaganem

**QUATRIÈME CHAPITRE**  
**PALÉOÉCOLOGIE**

## 1) INTRODUCTION.

La taphonomie recherche les processus de destruction et de préservation conduisant d'un organisme vivant au fossile. Elle est l'intermédiaire d'investigation entre les organismes vivants et fossiles. La compréhension de ces processus améliore l'utilisation des fossiles dans les reconstitutions paléocologiques.

Les échinides ont joué un rôle important dans le développement du concept de la taphonomie et les protocoles de la recherche taphonomique.

La conservation des échinides comme chez tous les fossiles, dépend de la nature et l'intensité des facteurs taphonomiques affectant l'organisme par lequel un test " mal préservé" peut transmettre plus d'information au sujet de la paléoécologie et des environnements passés qu'une forme bien préservée. Les différentiels de conservation des échinides peuvent être liés à trois facteurs principaux : qui sont la morphologie du test, facteurs environnementaux et l'effet du temps (Nebelsick, 1995).

Ainsi par l'observation minutieuse de l'état générale du fossile et le sédiment dans lequel il s'est fossilisé est primordiale dans l'étude taphonomique.

La grande distribution environnementale et l'étendue du registre fossiles des échinodermes mérite l'étude de leur préservation pour les utiliser le plus possible dans l'investigation paléoécologique.

### **Les processus taphonomiques.**

Ils sont classés en trois catégories :

- necrolyse incluant les facteurs conduisant à la mort de l'organisme ;
- biostratinomie recouvrant les facteurs entre la mort et l'enfouissement définitif de l'animal ;
- d'autres plus complexes incluant le transport ou l'effet du temps ;
- diagénèse en relation avec la reconfiguration chimique de la structure du test ;

L'élaboration d'une analyse taphonomique sur les échinides robuste impose :

1-Comparaison avec l'actuel :

Pour comprendre les fossiles il est important de comparer l'assemblage vivant (biocénose) avec les individus fossiles (taphocénose)

2-Prédation et préservation :

La prédation est une interaction gynécologique avec des représentations taphonomiques profondes. Les échinides sont le menu favori de plusieurs variétés de prédateurs marins, cette interaction conduit à la destruction complète du test. L'étude de la prédation et son intensité est très important dans l'étude de l'interaction prédation- proie

3-Biochimie des nécroses des tissus :

La biochimie du squelette et des tissus nécrosés (Allison et Briggs 1991 ; Smith et al 1990ab) est un composant important de la taphonomie des échinides.

## **2) CARACTERISTIQUES TAPHONOMIQUES.**

### **2-1) Région de Relizane.**

#### **2-1-1) Coupe de Jdiouia (Chaabat El Lebouna).**

Au niveau de cette coupe nous avons remarqué la présence de deux genres d'échinides irrégulier *Brissopsis* et *Schizaster*.

Le genre *Brissopsis* est présent dans des marnes sableuses le plus souvent en surface, d'une taille de 7cm en moyenne. Leur état de conservation est moyen à satisfaisant, à part quelques échinides dont le test est touché par la dissolution, ou la diagenèse.

Le genre *Schizaster* est présent dans des calcaires marneux à l'intérieur ou à la surface des bancs partiellement dégagés par l'érosion, ils ont une taille moyenne de 6 à 9 cm. La majorité des tests sont bien conservés représentant tout les caractères morphologiques. Certains échinides

semblent aplatis probablement à cause de la compaction du sédiment. Certains tests qui ont été exhumés par l'érosion dans un deuxième temps sont érodés et fragmentés.

### **2-1-2) Coupe de Sidi Abdelkader.**

Bien que très proche de la coupe précédente la série de Sidi Abdelkader représente quelques différences en ce qui concerne la faune d'échinides. Ainsi en plus de la faune d'échinides cités dans la coupe précédente on note la présence d'*Echinolampas* (Planche II, fig. 3). D'une taille moyenne de 3 à 6 cm les tests sont en majorité assez bien conservés, en position de vie.

### **2-2) Région de Mostaganem.**

#### **-Coupe de Benabdelmalek Ramdane-plage**

Cette faune d'échinides est représentée par deux genres d'oursins irréguliers. Le genre *Schizobrissus* est présent à l'intérieur des bancs gréseux, est en position de vie, et les tests sont relativement grands d'une taille de 12 cm. La majorité des tests sont déformés.

Le genre *Echinolampas* est localisé dans la partie supérieure de la coupe, dans un sédiment sableux. Par endroits les individus sont entassés les uns sur les autres étant probablement été remaniés par des forces hydrodynamiques. Leur déformation est due en partie à l'érosion. nous avons donc au niveau de cette formation gréseuse trois espèces d'échinides : *Echinolampas curtus* Pomel, 1887 (Pl. III, fig. 3) *Schizobrissus mauritanicus* Pomel, 1887 (Pl. III, fig. 2) et *Conolampas sp.* (Pl. III, fig. 1).

### **2-3) Région des Tessalas.**

#### **2-3-1) Coupe du Barrage de Tafaraoui**

Au niveau de cette coupe nous avons un faciès de calcaires à algues, (*lithothamnium*) avec une faune de bivalves, de gastéropodes, de bryozoaires, de serpules et d'échinides (Shäfer 1972) a fait une étude sur la désintégration des échinides réguliers après la mort. En premier lieu les radioles et les pédicellaires s'affaissent contre le test puis avec le début de la

décomposition ils se détachent et s'éparpillent, une semaine après intervient la désintégration de la membrane péristomienne et périproctale, puis la décomposition de la lanterne d'Aristote avec ses ligaments et muscles.

Les échinides réguliers de la région de Tafaraoui fossilisé dans un calcaire à algues. Le test est conservé mais sans radioles (à part quelque fins radioles collés contre ce dernier). La présence d'individus juvéniles (pl. IV fig. 45) d'une taille de 0.9 cm suppose qu'il s'agit d'un milieu naturel propice à ce type d'oursin. Il semble donc que ces oursin son inféodés par les milieux alguaires et par conséquent herbivores. Ces oursins réguliers sont du genre *Schizechinus* dont la taille de 3 à 5 cm.

### **2-3-2) Coupe d'Arbal.**

Dans le secteur d'Arbal, trois niveaux ont livrés quelques échinides ; le premier, dans la partie supérieure de la deuxième unité, dans des marnes sableuses, qui ont livré, quelques oursins du genre *Brissopsis* : *Brissopsis sp* (Pl. II, fig. 2) et *Brissopsis depressus* Pomel, 1887 (Pl. V, fig. 2). Ces deux taxons ont été trouvés ensembles en position de vie fossilisés dans le même sédiment mais à cause de la nature friable de ce dernier, les tests sont très altérés par les eaux de ruissellement, ne conservant que quelques vestiges du sillon ambulacraire frontal, les ambulacres antérieurs, et le plastron.

Le deuxième niveau est dans les calcaires marneux de la troisième unité. La faune est constituée par des échinides du genre *Schizaster* (Pl. IV, fig. 4) en état de conservation moyenne à satisfaisante à cause de la dissolution, la diagenèse et l'érosion. La taille du test varie entre 6 à 8 cm.

Dans les calcaires à algues de la quatrième unité quelques spécimens du genre *Schizechinus* bien conservés, en position de vie, bien dégagé par l'érosion en côtoient de nombreux autres, bien incrustés et difficiles dégager (Pl. IV, fig. 3).



## 2-4) Région de Sig.

### -Coupe du barrage de Sig

Chez les oursins irréguliers les radioles se détachent en quelques heures mais l'intégrité du test est conservée par la présence de tissus qui réunissent les plaques entre elles. Un autre facteur de leur bonne préservation est leur adoption d'un mode de vie dans des substrats meubles.

Les échinides récoltés au niveau de la deuxième unité sont peu abondants. En revanche les spécimens trouvés sont dans un état de conservation satisfaisant dans des calcaires marneux avec une importante quantité de fragment appartenant à deux espèces *Brissopsis latipetalus* Pomel, 1887 (Pl. VIII, fig. 1) et *Schizaster maurus* Pomel, 1887 (Pl. VIII, fig. 2). A côté de ces échinidés on note la présence d'une faune de bivalves et de brachiopodes.

La quatrième unité, renferme une faune mono spécifique, d'oursins irréguliers, du genre : *Schizaster*, dans des marnes sableuses surmontées par un banc, très riche en faune marine, de bivalves, gastéropodes, serpules, et bryozoaires.

Les échinidés sont en parfaite état de conservation, leurs tailles variant entre 5.5 et 9.7cm.

Au niveau de cette coupe nous avons des échinides du genre *Schizaster* avec deux espèces : *Schizaster speciosus*, Pomel, 1887 (Pl. VIII, fig. 3) et *Schizaster eurynotus* Agassiz, 1840 (Pl. IX, fig. 4).

## 2-5) Région de Beni Saf.

### -Coupe de Beni Saf (Sidi Boucif-plage).

L'étude taphonomique des *Clypeaster* montre l'importance de l'aspect de la construction morphologique dans la préservation du test après la mort de l'animal.

Le système de piliers internes massifs, font des *Clypeasteroides* les plus résistants de tous les taxons du point de vue taphonomique. Ce système de piliers internes est interprété comme une innovation adaptative pour vivre dans des milieux à haute énergie permettant de construire

un test très résistant et plus lourd ce qui à permet une fossilisation remarquable des *Clypeaster* (Boggild et Rose, 1984).

Ainsi dans la région de Beni-Saf la première unité de cette formation (Pl. X, fig. A) est dominée par des *Clypeaster* fragmentés, associés à divers fragment rocheux. Cet assemblage montre l'importance de l'hydrodynamisme qui est à l'origine de la destruction de ces tests, si résistants.

A l'opposé de la première unité cette assise constituée de sable à grains fins de couleur rose abrite quelques *Clypeasters* en position de vie (Pl. X, fig. 2a). Leurs tests sont parfaitement conservés malgré leur nature très friable qui rend leur extraction du sédiment très difficile. Ces échinides appartiennent à plusieurs espèces. Leurs tests sont en forme de cloche avec des pétales hypermorphiques et d'une taille moyenne de 14 cm.

### **3) CONCLUSION.**

L'étude taphonomique des échinides fossiles à travers les différents gisements a permis de mettre en évidence les observations suivantes :

- L'état de conservation des échinides fossiles qui est moyenne à satisfaisante ;
- la nature du sédiment diffère en fonction des genres d'échinides, ce qui suppose la présence de niches écologiques différentes.
- la bonne conservation du test dépend de la constitution de ce dernier et l'intensité des facteurs de l'érosion.

### **4) ETUDE PALEOECOLOGIQUE**

La morphologie des échinides est très étroitement attachée à l'environnement ; ils sont d'excellents outils pour la reconstitution des paléoenvironnements.

La méthode du travail est basé sur l'utilisation de la morphologie fonctionnelle des échinides pour l'analyse palaeoenvironmentale (Smith, 1978 ; 1980a, b, c, 1984; Kanazawa, 1992; Néraudeau, 1995 ; Carter, 1997). L'étude détaillée des caractères squelettiques peut

fournir des informations au sujet des habitudes générales de la vie ; rapports au substrat, mécanismes d'alimentation, la profondeur d'enfouissement de l'endofaune, la respiration et ainsi de suite. Ces caractères principaux sont : (1) la morphologie générale du test ; (2) position de bouche et anus; (3) mouvement et fonction d'épine dérivée de la morphologie des tubercules; (4) morphologie des pores ambulacraires.

En plus d'une aide supplémentaire à la reconstitution palaeoenvironmental, la comparaison des taxon éteints avec des taxon actuels étroitement liés ou des taxons avec des morphologies semblables du test (Kier, 1964; Bell et Frey, 1969; Birkeland et Chia, 1971; Timko, 1976; Smith, 1981; Bentley et Cockcroft, 1995) permet la corrélation directe de la morphologie du test aux paramètres environnementaux ambiants. Les études ont également montrer que les changements des faunes d'échinides sont fonction des relations avec les faciès (Kier et Grant, 1965; Kier, 1975; Nebelsick, 1992 a, b).

## **5) ADAPTATION DE LA FORME DU TEST A L'ENFOUISSEMENT ET LA LOCOMOTION.**

L'ordre des spatangoida est un groupe d'échinides irréguliers adapté à la vie benthique, ils vivent enfouis sous une épaisseur variable et dans des types différents de sédiments. Les variétés de forme des tests des spatanges (fig. 25) est en relation avec la profondeur d'enfouissement. Chez les *Schizaster* la forme change de globulaire à cunéiforme avec la diminution de la taille des sédiments.

On distingue quatre types de forme de tests en se basant sur le profil du test en section longitudinale : aplatie, cunéiforme, globulaire et en dôme :

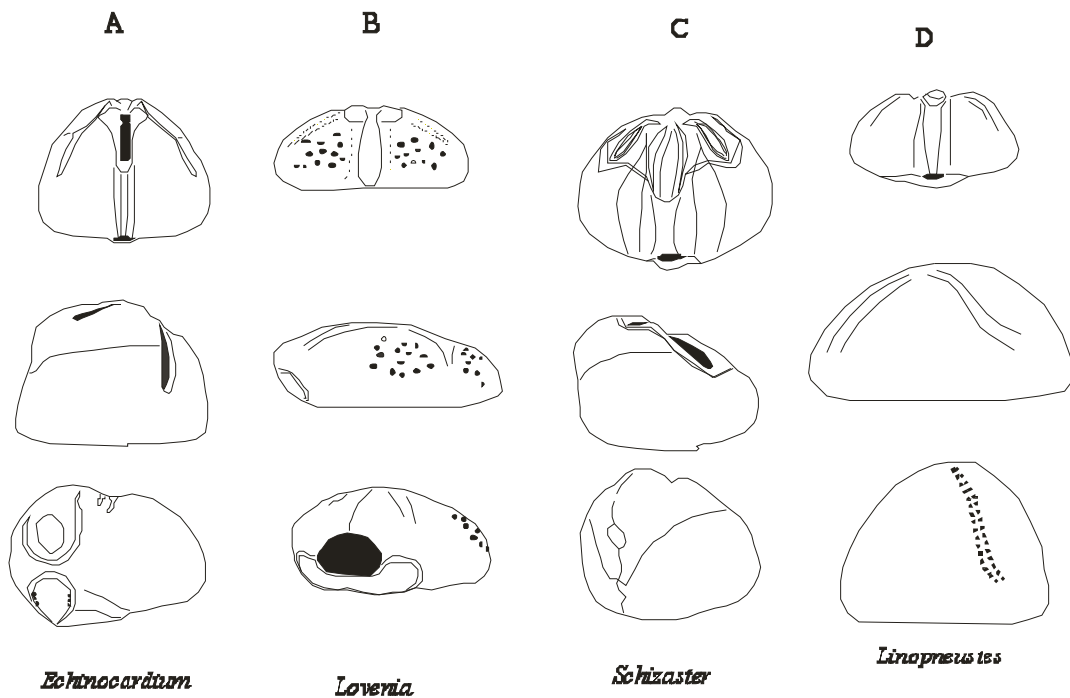


Fig.25 : Les quatre types morphologiques du test des échinides irréguliers  
(D'après Kanazawa, 1992)

### 5-1) Type globulaire

Test renflé ou globulaire le côté ventrale est un peu aplati le plastron est élevé en quille, l'ambitus migre en haut dans le centre et la partie postérieure inclinée vers la partie antérieure, la région postéro ventrale en forme de poupe de bateau, la taille du test est petite. Enfouissement dans du sable fin à moyen avec l'apex 100-200 mm au dessous de la surface des sédiments. L'animal s'enfouit profondément où la pression des sédiments alentours est relativement haute, sous ces conditions la forme du test est bien adaptée.

### 5-2) Type aplati

Le profil du test est aplati et bas avec une surface ventrale plane la partie la plus large est située un peu en arrière, la taille du test est grande. L'enfouissement de l'animal se fait dans du sable fin à moyen apex 10-20 mm sous la surface des sédiments le mécanisme d'enfouissement chez le type aplati s'effectue près de la surface des sédiments où le sédiment est excavé et peut facilement être évacué.

### **5-3) Type cunéiforme**

Le profil du test est cunéiforme avec la partie dorsale tronquée antérieurement le test se rétrécit postérieurement, la surface ventrale est un peu renflée, la région du plastron est plane le test est relativement petit. L'animal s'enfouit dans la vase, apex 20-50mm au-dessous la surface des sédiments, il se déplace à travers les sédiments par un mouvement de basculement de bas en haut répété en poussant et excavant les sédiments, ce type de mécanisme d'enfouissement est efficace dans les sédiments vaseux qui sont visqueux et cohésif et difficile à excaver.

### **5-4) Type en dôme**

Le test est en dôme ou hémisphérique avec une région dorsale très renflée, une région ventrale aplatie. La forme en dôme confère une large surface pour les podias respiratoires, avec la perte de la structure pétaoloïde. Ces caractères écologiques sont similaires à ceux des échinides épibentiques.

### **5-5) Type intermédiaire entre globulaire et aplati.**

La partie ventrale de la forme renflée est un peu gonflée, la région du plastron est élevée, cependant la zone ventrale des formes aplaties est plate à l'exception de la région du plastron, la partie postéro ventrale est similaire au type globulaire. Ce type d'oursin vit dans du sable grossier entre 30 et 50mm de profondeur.

### **5-6) Type intermédiaire entre globulaire et cunéiforme.**

Le test est enflé, la région dorsale est doucement tronquée antérieurement, la région ventrale est un peu renflée et le plastron élevé. Les habitudes d'enfouissement font que l'animal s'enfouit à environ 30 mm au-dessous de la surface du sédiment la progression dans ce dernier se fait par un mouvement de basculement répété du test. L'oursin vit dans du sable argileux qui constitue un milieu de vie intermédiaire entre ceux habités par les formes globuleuses et cunéiformes.

## **6) MORPHOLOGIE DU TEST EN RELATION AVEC LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX.**

La morphologie du test est en étroite relation avec les facteurs édaphiques, climatiques et dynamiques du milieu.

Les échinides réguliers habitent en générales les substrats durs. Les espèces vivant sur ce type de substrat dans des eaux calmes ont un test fortement bombé pourvu de radioles longs et ornés secondairement d'épines ou de nodosités à l'inverse des formes vivant dans des zones de ressac qui ont un test plus ou moins aplati avec des radioles courts, solides et non ornés.

Les échinides irréguliers qui vivent entièrement enfouis ont développé une forme adaptée à la progression dans les sédiments. Ainsi leur test est cordiforme, fortement échanuré en avant par le sillon de l'ambulacre impaire ; les ambulacres pairs sont pétaloïdes et logés dans des profonds sillons, leur appareil apical est excentrique situé en avant du sommet. Ces caractères morphologiques permettent à l'animal de fouir dans les sédiments meubles graveleux ou sableux voir même vaseux.

Les échinides irréguliers qui vivent semi-enfouis sont plus vulnérables aux conditions du milieu environnant et s'adaptent de la même façon que les échinides réguliers. Ainsi ceux qui vivent dans des milieux calmes ont développés un test bombé tandis que ceux qui vivent dans des zones agités possèdent un test aplati (Ernst et Seibertz, 1977).

### **6-1) Profil globulaire du test :**

Le profil du test est évidemment haut et aussi sphérique cette forme est inadapté à l'enfouissement car elle augmente la section transversale et augmente le volume de sédiment à excaver

Cette forme a probablement une signification dans le maintien des parois du terrier pour prévenir la suffocation. Ce type d'oursin s'enfouit plus profondément que les autres types ainsi la section transversale circulaire du terrier est beaucoup plus adaptée à supporter la pression du poids des sédiments.

Le test des formes intermédiaires à une section transversale circulaire et une section longitudinale allongée pareille aux formes plates qui facilite l'enfouissement ce caractère intermédiaire est lié probablement à la faible profondeur d'enfouissement et l'alimentation à partir des sédiments excavés.

Comme les oursins à forme intermédiaire vivent près de la surface leur profil renflé est désavantageux quand ils sont exposés au courants cependant il leur permet de s'enfourir rapidement en cas d'urgence.

### **6-2) profil aplati du test :**

Smith, 1984 propose que le profil aplati est une adaptation pour vivre dans des sédiments meubles non cohésifs car la forme plate confère une grande stabilité dans les courants et permet une large proportion d'épines en contact avec le substrat pour une locomotion plus efficace. Seilacher 1979 a noté que l'aplatissement général du test des Clypeastéroïdes reflète une adaptation à la nutrition et l'enfouissement près de la surface des sédiments cette interprétation fonctionnelle peut être appliquée aux spatangoides.

### **6-3) Profil en dôme :**

La face ventrale plate du profil en dôme confère une surface de locomotion au fur et à mesure que la face dorsale confère une vaste surface pour les podias respiratoires cette forme est presque identique aux échinides réguliers ce qui suppose que ces échinides irréguliers vivent en épifaune au lieu d'endofaune en plus la face dorsale en dôme est la mieux adapté à supporter de grandes pressions dans les milieux plus profonds.

## **7) POSITION DU PERISTOME ET DU PERIPROCTE**

La taille du péristome varie selon qu'il s'agit d'un individu adulte ou d'un individu jeune. Ainsi les échinidés de grande taille ont un péristome proportionnellement petit.

En outre le déplacement du periprocte de l'apex jusqu'à la face orale est en relation avec le développement de la face apicale chez les échinides fouisseurs où les podia respiratoires au niveau des ambulacres pétaoloïdes sont à l'abri d'être souillés par les produits d'excrétion, que si le periprocte été situé plus haut (Termier et Termier 1953).

## 8) FONCTION DES EPINES DERIVEE DE LA MORPHOLOGIE DES TUBERCULES.

### 8-1) Echinides irréguliers.

Chez les formes actuelles les tubercules primaires possédant un mamelon perforé sont porteurs de radioles rigides par contre ceux porteurs d'un tubercule à mamelon non perforé (fig.26) sont doués d'une certaine aptitude à rabattre leur radioles (Takahashi, 1967) ce qui est un avantage pour les espèces qui vivent dans des fissures ou sous les rochers.

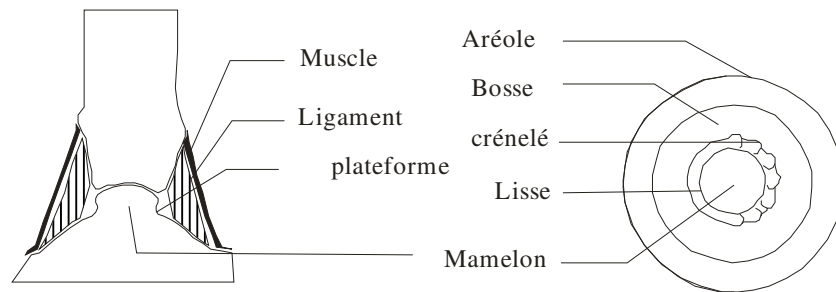


Fig. 26 : Structure du tubercule (d'après Smith, 1980)

Le scrobicule peut être développé ou réduit. Dans le dernier cas les radioles n'interviennent pas dans la locomotion cette action étant assurée par les podia de ventouses. A l'opposé, les formes qui possèdent des scrobicules développés ont des radioles qui assurent le rôle de la locomotion.

Dans la majorité des cas, les échinides irréguliers possèdent un tubercule primaire avec mamelon perforé les radioles doivent être solidement attachés au mamelon grâce au ligament de collagène. Leur plateforme est crénelée à crénelure symétriques dans le cas où les radioles sont perpendiculaires au test dans le cas où les crénelures sont dissymétriques les radioles sont incurvés ou disposés obliquement.



Des scrobicules profonds son porteur de radioles protecteurs les tubercules miliaires porteurs de radioles miliaires et de calvules (au niveau des fascioles) qui sont peu mobiles et dont les extrémités sont épaissies et riche en glandes sécrétrices.

La densité des tubercules varie d'un groupe à un autre sur la face apicale elle est en relation étroite avec la taille des grains constituant le substrat (Lawrence et Ferbier, 1971 ; Smith 1980b).

Beaucoup de variations dans la morphologie des tubercules peuvent être expliquées en termes mécaniques en considérant le système épine-système musculaire comme un simple levier ; quand l'avantage mécanique du système est moindre comme le cas ou l'épine est long et mince le mouvement au bout de ce dernier est rapide mais il a peu de force, une augmentation du rendement mécanique implique la réduction de la longueur du radiole ou le développement du muscle ce qui confère un long mouvement au radiole mais avec une grande force d'attraction

### **8-1-1) L'Aréole**

Les épines sans direction d'attraction préférentielle sont associées à des aréoles de symétrie radiale. Quand les radioles travaillent contre le substratum dans, une direction donnée, la force est focalisée dans cette direction en premier lieu par l'augmentation des fibres musculaires dans cette direction, deuxièmement le muscle est situé loin du mamelon. Ces changements augmentent l'espace entre l'aréole et la bosse et l'extension de l'anneau crénelé du radiole devenu oblique.

Chez les échinides régulier l'aréole est moins bien développée chez ceux qui habitent les rochers, où les podias sont les principaux organes de locomotion. Les échinides habitant les sédiments et qui se déplacent principalement par les radioles ont une aréole bien développée.

### **8-1-2) La bosse**

Dans certains tubercules le bosse est légèrement grossier dans une direction du mamelon cela se produit quand l'épine associé et très incurvé ou attaché obliquement au test ainsi le système de fibres musculaires d'attachement son très développés dans la direction opposée à la direction reliant le radiole au test.

### **8-1-3) La plateforme**

La plate forme sur laquelle vient s'arrêter le radiole en mouvement peut être lisse, crénelée, pourvue d'une arête en forme de croissant, profonde à parapet incomplète ou composite.

### **8-1-4) Le mamelon**

L'absence ou la présence d'une perforation centrale avec un ligament de collagène est un caractère dans la structure du mamelon. La présence d'un ligament centrale augmente la rigidité du radiole et évite sa dislocation du test. L'absence de perforation permet une grande liberté de mouvement des radioles ainsi l'animale peut rabattre ces épines ce qui permet à ce dernier de se cacher dans les rocher ou les crevasses ; cas des échinides habitant de rocher ou des récifs corallien. La majorité des échinides irréguliers possèdent des tubercules à mamelon perforé en relation avec leur permanente activité contre le substrat.

### **8-1-5) La forme du tubercule**

La majorité des tubercules sont situés sur les plaques d'une façon plus ou moins parallèles au test, cependant ils peuvent disparaître quand les plaques sont fortement incurvés comme les plaques ambitales.

Les tubercules des échinides irréguliers (fig.27) son souvent inclinés par rapport à la surface des plaques, c'est une adaptation pour porter un radiole oblique. Le tubercule incliné permet au radiole d'adhérer fermement au mamelon. La plateforme possède des crénelures plus ou moins à asymétrie radiaire.

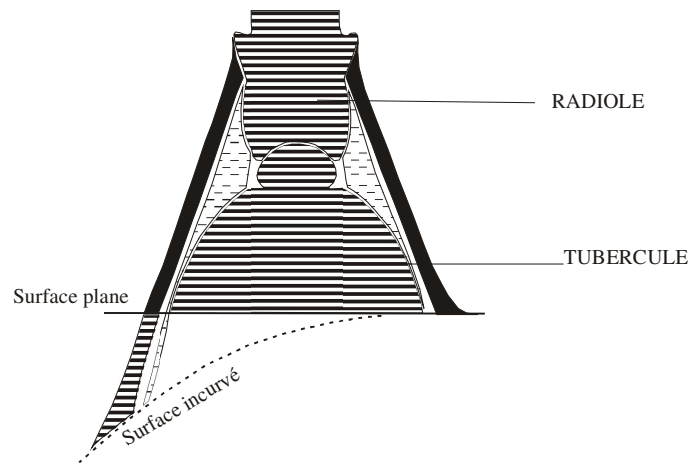


Fig.27 : Distorsion de la symétrie radiale des tubercules sur une surface inclinée  
(D'après Smith, 1980)

Tubercules enfoncés : les tubercules de certains échinides irréguliers possèdent un pourtour élevé pour l'attachement du muscle. Parfois le tubercule est tellement enfoncé que seul le mamelon émerge sur la surface de la plaque, les épines associées ont une fonction de protection.

### 8-2) Echinides réguliers.

Les tubercules des échinides réguliers montrent peu de variation par rapport, aux échinides irréguliers. L'articulation des épines est englobée dans deux systèmes (fig.28).

-Système à pivot coulissant : tubercule avec un profil bas et un mamelon imperforé large et doucement incurvé. La rempare plane à la base de l'épine est égale à la largeur du mamelon. Ce système est présent chez les espèces vivant sur des substrats rocheux de faible profondeur qui se protègent dans les rocher ou les crevasses et chez les espèces qui se couvrent de sédiments.

-Système à pivot restreint : le mamelon a un col bien développé, perforation centrale entouré de large plate forme, la base de l'épine est plus large que le mamelon, tubercules avec

un profil bas et peuvent être long et coniques. Ce genre de système est présent chez les espèces qui utilisent leur radioles comme moyen de défense.

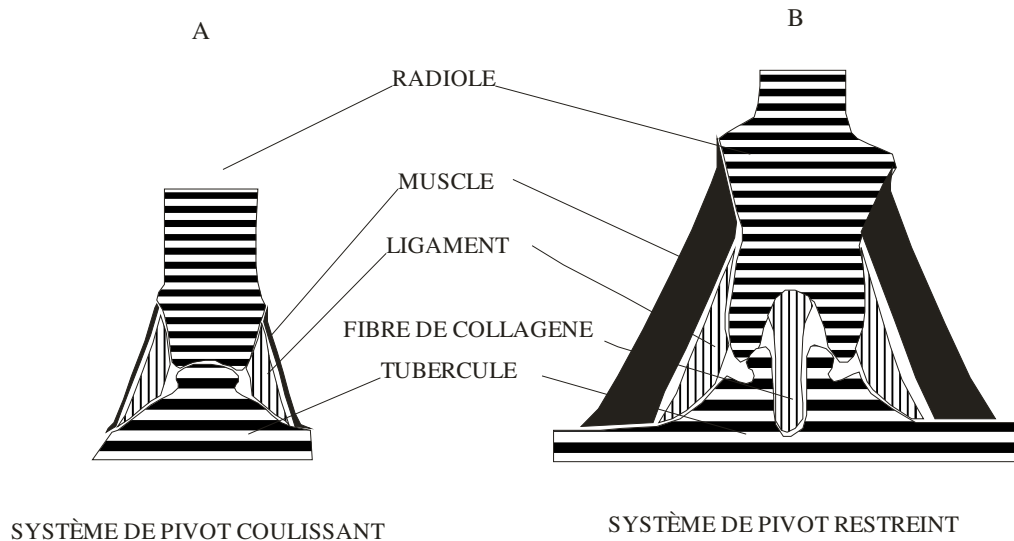


Fig. 28 : Les deux systèmes d'attachement des radioles sur les tubercules (D'après Smith, 1980)

## 9) LES PORES.

### 9-1) Échinides réguliers.

Six types morphologiques de pores ambulacraires sont observés chez les échinides réguliers récents et corrélés avec la structure des podias correspondant l'interprétation fonctionnelle de la structure des pores donne d'importantes informations sur les podias associés et permet de déterminer le type de podias chez les échinides fossiles ; ce qui permet une interprétation écologiques comme ; le style de vie de l'animal, l'énergie du milieu, la nature du substrat, la profondeur, la température une fois le podion identifié.

Les podias des échinides récents ont une variété de structure et de fonction ; locomotion adhésion, absorption, digestion, les échanges gazeux, excrétion, enfouissement et alimentation ou réception chimio-sensorielle.

Les échinides réguliers procèdent deux pores plus ou moins de taille égale par podion appelés *isopores* pour les distinguer des *anisopores* qui sont deux pores de taille inégale ou un seul pore pénétrant le test *unipore*.

Les isopores coronaux sont divisés en isopores séparés ou conjugués selon qu'ils procèdent ou non une cloison de séparation.

### **9-1-1) Isopores séparés :**

Procèdent deux pores presque égaux. Le pore perradial (fig.29) est petit avec un canal neural. Leur contours sont ovales ou circulaires et procèdent une partition inter-porale strié ou en dôme, il existe quatre types :

**a) Isopores de type P1 :** ils se distinguent par le faible développement de la zone d'attachement autour des pores, deux types de P1 ; petits pores ronds à zone d'attachement continue mais étroite et des isopores allongés, larges avec une zone d'attachement mal déterminée.

Le podion associé au pore P1 est dépourvu de ventouse avec une paroi fine et un sommet développé en petit bourrelet sensoriel.

**b) Isopores de type P2 :** zone d'attachement continue, les pores sont modérément larges et forment la majeure partie des isopores. La zone d'attachement peut être étroite, la cloison inter-porale est arquée. Le podion associé possède une petite ventouse terminale.

**c) Isopores de type P3 :** pores relativement petits et ronds entourés par une large zone d'attachement, excepté au niveau du canal neural. Les isopores ont un contour subcirculaire. Le podion associé est muni d'une ventouse dont le diamètre dépend du diamètre de la tige du podion.

**d) Isopores de type P4 :** les deux pores sont petits et séparés par une grande cloison interporale, la zone d'attachement est large, les pores plus ou moins circulaires et clairement différenciés. Le podion associé est grand avec ventouse terminale très développée.

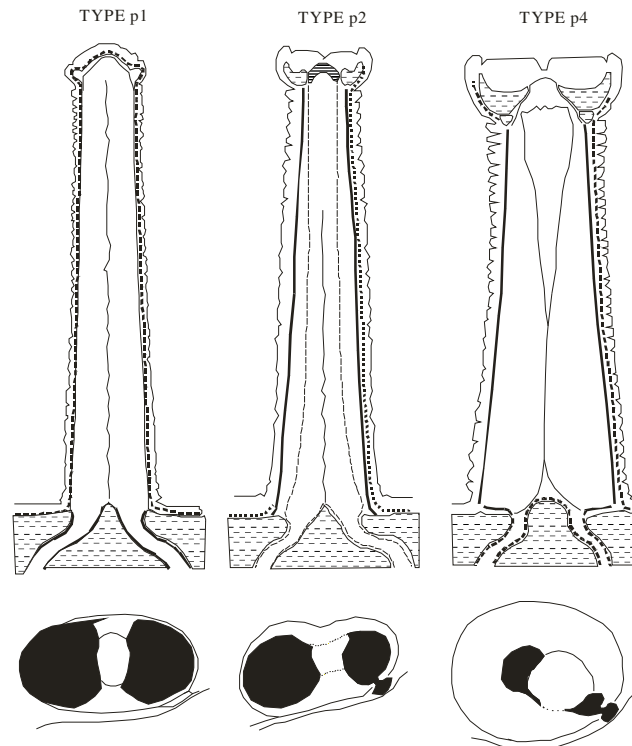


Fig. 29 : Isopores type ; P1, P2, P4 avec les podia associés, (d'après Smith 1978)

**9-1-2) Pores conjugués :**

Pores de taille presque égale séparés par une large zone interporale dont le diamètre est à peu près égal au diamètre des pores qui sont liée par une dépression étroite au centre et large en face de chaque pore (fig.30). Basé sur la présence ou non d'une zone d'attachement on distingue :

**a) Isopores de type C1 :** isopores grands et allongés. Les deux pores sont grands et circulaires, canal neural petit. La zone d'attachement est absente sauf au niveau marginal du canal neural, la zone interporale est grande avec un ou deux granules. Le podion associé possède une structure complexe avec deux cylindres qui se confondent vers le sommet qui se termine par un bourrelet sensoriel.

**b) Isopores de type C2 :** un peu plus allongé que C1 et possède de petits pores circulaires, et un canal neural bien défini ces pores sont séparés par une large zone interpore avec un discret sillon inter-poral, autour de chaque pore une zone d'attachement modérément large déversée vers l'intérieur. Le podion associé a une petite ventouse terminale.

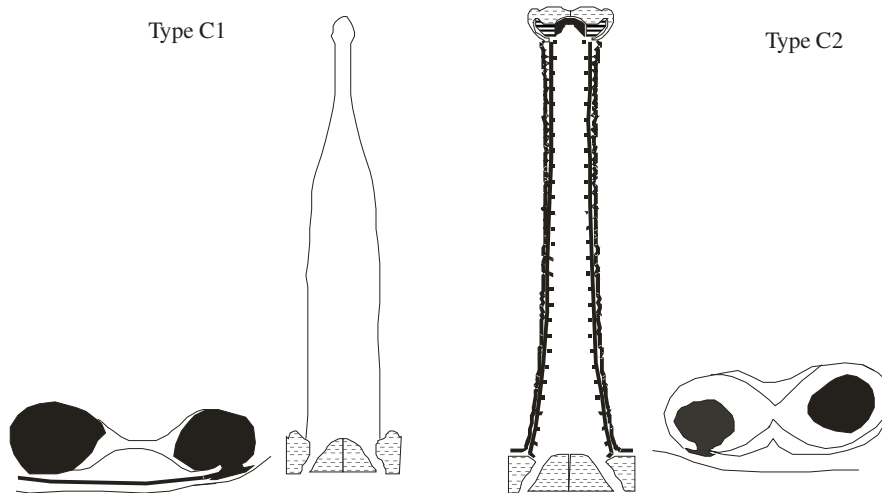


Fig. 30 : Isopores type ; C1, C2, avec les podia associés (d'après Smith 1978)

### 9-1-3) Signification fonctionnelle de la structure des pores.

**a) La forme des isopores :** La présence de deux pores de taille égale permet le flux du liquide coelomique dans une seule direction (Fenner, 1973) se qui augmente l'efficacité des échanges gazeux ; la fonction principale de ces podias est les échanges gazeux.

Les podias à fonction adhésive et à fonction respiratoire réduite sont associé à des isopores à grande zone périporale et des pores relativement petits. Le degré de divergence des pores renseigne aussi sur le degré des échanges gazeux.

**b) Taille de la zone d'attachement :** La largeur de la zone d'attachement donne des informations directes sur le muscle rétracteur de la tige du podion avec une ventouse puissante présente chez les espèces vivant dans des milieux à forte énergie.

**c) Forme et taille de la partition inter-porale :** Quand la fonction principale des podia est les échanges gazeux il est important d'avoir une grande surface de diffusion ce qui est assuré

par la cloison. Avec la diminution de cette fonction la cloison devient moins importante. Ainsi avec la disparition de la tige la partition inter-porale est développée en bulbe en dôme.

**d) Présence de sillon inter-pores :** Avec la présence de sillon interpore reliant les deux pores d'un isopores le podion correspondant à une zone centrale ondulée ce qui augmente l'efficacité des échanges gazeux.

**e) Canal neural :** Développement du canal neural est en relation avec la taille du nerf neural qui est bien développé chez les podias porteur d'un disque suceur alors qu'il est moins développé chez les podias respiratoires qui possèdent un simple bourrelet sensoriel et de ce fait le canal neural est moins développé.

**f) Substrat et énergie du milieu :** La force des podias ventouses est déterminée par la force d'attraction de la tige et la force adhésif du disque suceur et la quantité des fibres musculaires dans la tige des podias. Ainsi la taille de la zone d'attachement est proportionnelle avec la masse musculaire de la tige. Les espèces récentes avec des podias des isopores type P1 vivent sur les substrats mou dans des milieux profonds. Les formes d'isopores de type P2 habitent tout les environnements de la zone abyssale à la zone subtidal mais tous sont restreint à la zone de faible à moyenne énergie. Ces espèces vivent aussi bien sur un substrat mou que dur pourtant les espèces de faible profondeur cherchent abri dans les crevasses. Les isopores de type P3 sont présents dans les espèces confinées dans la zone intertidale et subtidale sur les rocher ou les structures récifales. Les isopores de type P4 se rencontrent chez les espèces habitant des substrats rocheux ou le récif corallien exposés à forte énergie, dans la zone intertidale ou subtidale.

**g) Respiration et température :** La demande des échinides en oxygène dépend de leur taille, le stade de développement, la température ambiante et l'activité de l'animal (Farmanfarmanian, 1966).Le niveau du métabolisme augmente avec l'augmentation de température c'est pourquoi les échinides habitant les eaux chaudes de faible profondeur ont une plus grande consommation d'oxygène que ceux vivant dans des eaux froides.



Les échinides vivant dans les eaux tropicales de faible profondeur ont besoin de podias respiratoires. Dans les eaux profondes le taux de respiration est réduit et la demande en oxygène est moindre ; les podia spécialisés ne sont pas nécessaires et ces espèces procèdent des podia de type P1 qui accomplissent la fonction sensorielle et respiratoire à la fois. Pour les podias P1 respiratoires les deux pores respiratoires divergent lors de leur passage à travers le test cependant dans les P1 sensoriels les pores correspondant divergent peu ou pas lors de leur passage à travers le test.

## **9-2) Échinides irréguliers**

### **9-2-1) Relation des podias au nombre de pores**

Les podias associés aux deux pores connectés assurent la circulation du fluide coelomique dans une seule direction ce qui augmente l'efficacité des échanges gazeux. Dans le cas des unipores le liquide circule à l'intérieur et à l'extérieure des podias seulement durant la contraction et l'extension de ces derniers.

### **9-2-2) Divergence des pores**

Les podias associés à des pores divergents ou des pores largement séparés sur la surface externe des plaques ont une fonction respiratoire primaire ou secondaire.

Les podias associés à des pores non divergents ne jouent pas un rôle important dans les échanges gazeux.

### **9-2-3) Forme globale des isopores**

Les isopores à contour circulaire ou ovale ont une tige cylindrique se terminant par un bourrelet ou un disque. Les isopores allongés correspondent à des podias respiratoires avec une région de partition centrale, le même cas est observé chez les anisopores. La majorité des unipores sont circulaires. Ils sont denses et arrangés en plus d'une seule rangée, avec une différence de formes.

#### **9-2-4) La taille**

La taille des pores indique la taille des podia associés ce qui est utile pour la comparaison des pores ambulacraires de différentes espèces.

#### **9-2-5) Forme des unipores**

Un unipore grand et rond est associé à des podia se terminant par un disque. Les unipores, Petits étroits et allongés sont associés à des podia sensoriels. A cause de la croissance des plaques les pores ont la forme d'entonnoir.

#### **9-2-6) Canal neural**

Il est absent ou faiblement développé chez les pores associés à des podias respiratoires et présent chez les pores avec les podia d'autres spécialités.

#### **9-2-7) Zone d'attachement**

Contrairement aux échinides réguliers, la zone d'attachement chez les échinides irréguliers n'est pas très développée car les podia des irréguliers ne demandent pas une grande force d'attraction et les muscles de la tige des podias sont peu développés.

#### **9-2-8) Zone périporale**

Elle est grande chez certains unipores. Le développement de zone périporale est lié à deux raisons ; premièrement ; le pore est réduit à une simple encoche lorsque l'expansion, l'extension, et la contraction des podia s'accompagne d'une variation minimale du liquide coelomique ce qui est commun dans les podias sensoriels. Deuxièmement ; le podion se termine par un large disque ainsi le pore à une position marginale et la région périporale peut être déprimée, plane ou développée en bouton en forme de dôme.

#### **9-2-9) Partition interporale :**

La Partition interporale peut être en sillon, étroite plateforme, ou une bande de stéréome reliant les deux pores les podias associés sont spécialisés dans les échanges gazeux.

## 10) PALEOECOLOGIE DES ECHINIDES DE LA REGION D'ETUDE

### 10-1) Genre *Schizechinus* Pomel, 1869

Forme générale du test circulaire assez renflée au pourtour subhémisphérique à la partie supérieure presque plate en dessous, la zone ambulacraires est constituée par des plaques à isopores de type P3 formés par deux pores circulaires séparés par une zone interpore en bouton, la zone d'attachement musculaire est plus au moins large, continue sauf au niveau de l'encoche du canal radial ; ce type de pores est associé à des podias terminés en ventouse ce qui permet l'adhésion sur les substrats durs rocheux dans les milieux agités. La présence de deux pores séparés permet une meilleure efficacité des échanges gazeux, c'est le caractère des échinides des climats chauds.

Les tubercules formés par un mamelon non perforé, plate forme lisse non crénelée formant un système de pivot coulissant permettant un large angle de mouvement des radioles ; ce caractère permet au échinidé de rabattre ses radioles ce qui lui permet de s'abriter dans les crevasses ou sous les rochers ou les milieux stabilisés par les herbiers.

*Schizechinus* est apparenté à *Toxopneustes* Agassiz, 1941 qui se rencontre dans les régions tropicales de l'Indo- Pacifique du rivage à -90 m, et dont l'intestin est rempli de matériel du fond avec des restes d'organismes encroûtant. Il occupait les mêmes environnements que *Sphaerechinus Granularis* (Roman, 1984; Borghi, 1993). Cet échinidé méditerranéen préfère les fonds fermes par exemple les endroits stabilisés par les herbiers (tableau 1) de sables (Riedl, 1983) ou fonds peu profonds de cailloux près des côtes rocheuses (Ernst, 1973).

Les caractères morphologiques précédemment cités présent dans les deux espèces d'échinides (*Schizechinus sahelensis* et *Schizechinus interruptus*) Pomel, 1887 son ceux des échinides réguliers de la zone tropicale à subtropicale, des milieux de forte à moyenne énergie vivant sur des substrats durs rocheux, ou stabilisés par des herbiers.

## 10-2) Genre *Schizaster* Agassiz, 1836

La forme générale du test est cunéiforme (fig.31) ce type morphologique du test efficace dans les sédiments vaseux qui sont visqueux et cohésif et difficile à excaver.



Fig. 31 : Forme du test chez *Schizaster*

Les tubercules de la zone antérieure : sont formés d'un mamelon perforé à plate forme crénelée à symétrie radiaire la pyramide est située au centre du scrobicule ; les radioles associés ont un mouvement rotatoire et attaché perpendiculairement aux tubercules leur rôle et d'excaver les sédiments.

Les tubercules péribuccaux : tubercules à mamelon perforé, plate-forme crénelée la pyramide à une position excentrique, le scrobicule allongé, Cet allongement et en fonction de la position du tubercule autour du péristome. Les épines associées sont inclinées permettant ainsi d'une part la protection des podia sensorielles ; d'autres part ils constituent une sorte de barrière entre les sédiments et le sillon de l'ambulacre impaire permettant ainsi l'arrivés des particules alimentaires jusqu'à la bouche de l'animal.

Les tubercules de la zone latéro-dorsales : tubercules serrés à mamelon perforé scrobiculé à base incliné scrobicule allongé pyramide excentrique, la taille des tubercules est décroissante vers l'arrière du test. Les tubercules de la zone latéro-dorsale ont la même configuration mais de taille relativement petite. Ces tubercules comportant des radioles incurvés réalisant une couverture protectrice de l'animal.

Les tubercules du plastron : tubercules à mamelon perforé plateforme crénelés inclinée vers la région apicale scrobicule allongé du côté adapical cet allongement du scrobicule supporte la partie la plus développée du muscle ainsi le radiole effectue un mouvement de l'avant vers l'arrière permettant de chasser les sédiments vers l'arrière et le déplacement de l'animale vers l'avant.

Les tubercules de la région péristomiale : tubercules à mamelon perforé plate-forme crénelés à symétrie radiaire.

Tubercules de la touffe sous-anale : petits tubercules sérés à mamelon perforé, plate forme crénelée à symétrie radiaire ; les radioles associés sont attachés perpendiculairement effectuant un mouvement rotatoire contribuant ainsi à la construction du canal sanitaire.

La région péribuccal est constituée d'unipores de forme ovale de grande taille avec une encoche neurale assez importante et une protubérance entourant l'ensemble du pore sauf au niveau de l'encoche neural constituant ainsi la région périporale la zone d'attachement musculaire est peu développée formant la pente du relief. Ces pores livrent passage à des podia sensitifs à un seul canal .ces podia sont qualifiés de pénicillés. Leur rôle est la collecte des particules sédimentaires en les collant aux tentacules à l'aide du mucus émis par les cellules sécrétrices.

La région pétaloïde est formée d'isopores élargies en fentes conjugués par un sillon plus au moins profond le pore perradial comporte une faible encoche neurale avec un faible développement de la zone d'attachement musculaire. Ces isopores livrent passage à des podia respiratoires en particulier chez les espèces vivant dans les climats chauds.

Région latéro-sous anale est jalonnée par des unipores en fente formé par une protubérance en dôme la zone d'attachement musculaire est peu développée. Ils livrent passage à des podia pénicillés dont le rôle est la construction des tubes sanitaires.

La présence de fascioles péripétales et latero-sous anales sont une adaptation à une vie endobenthique.

Les deux espèces (*Schizaster sahelensis* et *Schizaster cavernosus*) proches de *Schizaster canaliferus*, Lamarck 1816 actuel dont la répartition est conditionnée par la granulométrie du sédiment et qui préfère les sédiments silteux confiné à la partie supérieure des sédiments fin oxygénés (Roman, 1984).

Tandis que *Schizaster phrynus* Pomel, 1887 qui est proche morphologiquement de *Schizaster eurynotus* Agassiz, 1840 et dont la répartition est en relation avec les adaptation morphologiques d'un fouisseur dans un sédiment fin. Selon Mcnamara (1990, p. 122) cette adaptation à vivre dans des sédiments à granulométrie décroissante avec tous les modifications morphologiques cités précédemment en plus le développement des fascioles peuvent êtres interprétés comme adaptation aux milieux plus profond.

### 10-3) Genre *Schizobrissus* Pomel, 1887

Le test est de grande et relativement plat. Ces caractères son ceux des espèces vivant dans des milieux agités.



Fig. 32 : Forme du test chez *Schizobrissus mauritanicus*.

Le test à une forme ovoïde relativement plate de profil "hydrodynamique" (fig.32) forme fréquente chez les espèces vivant dans des milieux marins agités de faible profondeur.

Les tubercules de la zone antérieure sont formés d'un mamelon perforé à plate forme crénelée à symétrie radiaire la pyramide est située au centre du scrobicule. Les radioles associés ont un mouvement rotatoire sont attaché perpendiculairement aux tubercules, leur rôle est d'excaver les sédiments.

Les tubercules de région péri buccale : tubercules à mamelon perforé, plateforme crénelée à zone d'attachement musculaire symétrique. Les épines associées interviennent comme élément de protection des podias sensorielles et par leur inclinaison latéralement et en arrière ils construisent un passage des particules alimentaires au péristome.

Les tubercules du plastron sont de taille décroissante vers l'arrière et constitués d'un mamelon perforé, plate forme à peine crénelée avec un scrobicule allongé vers l'arrière. Ce qui signifie que les radioles associés sont incurvés permettant de chasser les sédiments vers l'arrière du terrier et la progression de l'animal.

Les tubercules des zones interambulacraires constitués de gros tubercules à mamelon perforé plate forme crénelés et scrobicule un peu enfoncé. Il en est de même pour les bords latéraux de l'ambulacre impair. Ces tubercules comportent des radioles protectrices des podia respiratoires.

Les tubercules de la zone latéro dorsale et postérieure : sont à mamelon perforé plateforme crénelé, scrobicule allongé vers l'arrière et permettent de chasser les sédiments latéralement vers l'arrière.

Les fascioles péripétales et sous anal montrent que l'animale vit enfoui profondément sous le sédiment en construisant un canal sanitaire par le fascioles sous anal.

Ces caractères morphologiques sont ceux des espèces vivant complètement enfouies.

La région des pétales est formée d'isopores élargies en fentes conjugués par un sillon plus ou moins profond. Le pore perradial comporte une faible encoche neurale la zone d'attachement musculaire est faiblement développée. Ces isopores livrent passage à des podia respiratoires fréquents chez les espèces des mers chaudes.

La région péri buccale est constituée d'unipores de forme ovale avec une encoche neurale bien développée situé du côté adoral. L'ensemble du pore et son encoche a la forme de pépin de raisin la zone d'attachement musculaire est peu développée en forme de fer à cheval. Ils livrent passage à des podia à deux canaux qui collectent les particules sédimentaires par effet de ventouse.

L'espèce actuelle *Meoma ventricosa* Lamarck, 1816 qui est proche de *Schizobrissus* habite les sables grossiers ou graviers coquilliers entre 2 et 200 m de profondeur (Kier 1984 ; Hendler et al 1995). Elle est toujours associée à des herbiers ou des patches récifaux, elle est dépositivore sélective. *Meoma ventricosa*, vit enfouie jusqu'à 4 cm de sédiment au-dessus de son apex ou en épifaune couverte de fragments de feuilles ou d'herbier (Kier et Grant, 1965).

La majorité des espèces éteintes apparaissaient 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 un certain nombre de *Meoma* au Miocène en Méditerranée.

#### 10-4) Genre *Brissopsis* Agassiz, 1847

Forme du test plus ou moins aplatie (fig. 33) en rapport avec un mode de vie enfoui à la surface supérieur des sédiments dans un sable fin à moyen comme c'est le cas de *Brissopsis boutyi* Pomel, 1887.

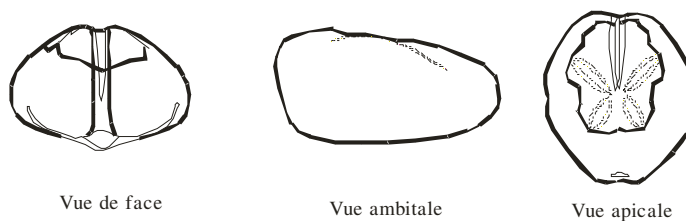


Fig. 33 : Forme du test chez *Brissopsis lyrifera* Forbes, 1841

Tubercules de la région antérieure : grands tubercules à mamelon perforé et plate-forme crénelée. Ces crénelures sont très serrées contre la base du mamelon, côté apical, et de petite taille, à scrobicule circulaire. Ces tubercules portent des radioles excavateurs.

-Région latero-dorsale : tubercules plus au moins grands avec décroissance de taille vers l'arrière, mamelon perforé avec plate-forme crénelée, scrobicules se prolongent vers l'arrière du test.

-Bord des pétales : gros tubercules à mamelon perforé plate-forme finement crénelés scrobicule enfoncé, circulaire ; les radioles associés sont protecteurs des podias respiratoires et



permettent à l'animal d'excaver les sédiments lors de sa remontée la nuit à la surface des sédiments.

-Plastron : grands tubercules avec décroissance de taille vers le coté adapical. Mamelon perforé avec plate-forme crénelée. Ces crénelures sont fusionnées du coté apicale du mamelon et de petite taille scrobicule allongé du coté adapical. Ce qui signifie que les radioles associés sont incurvés et qu'ils agissent par mouvement de rabattement permettant la progression de l'animal et de chasser les sédiments vers l'arrière du terrier.

-Région des pétales avec des isopores plus au moins circulaires avec un sillon de conjugaison, et donc les podia associés sont principalement respiratoires.

-La région péribuccale est constituée d'unipores de forme ovale avec une encoche neurale bien développée situé du coté adoral. L'ensemble du pore et son encoche a la forme de pépin de raisin. La zone d'attachement musculaire est peu développée, en forme de fer à cheval.

-L'ambulacre impaire représente des unipores de forme ovale à encoche neurale peu développée, protubérance en dôme et zone d'attachement musculaire peu développée. La zone sous anale représente des unipores du même type dont la fonction est sensorielle.

*Brissopsis lyrifera* Forbes, 1841 est une espèce de fonds sableux ou sablo vaseux, jamais enfouit à plus de 1 centimètre au-dessous de la surface de dépôt (Smith, 1980a) surtout entre -40 et -50 m en Méditerranée, et entre -30 et -600 m en Atlantique où il est connu au S6ud jusque sur les côtes de Sierra Leone en Afrique occidentale (Koehler, 1921 ; Tortonese, 1965 ; David, 1989).

#### **10-5) Genre *Clypeaster* Lamarck, 1801**

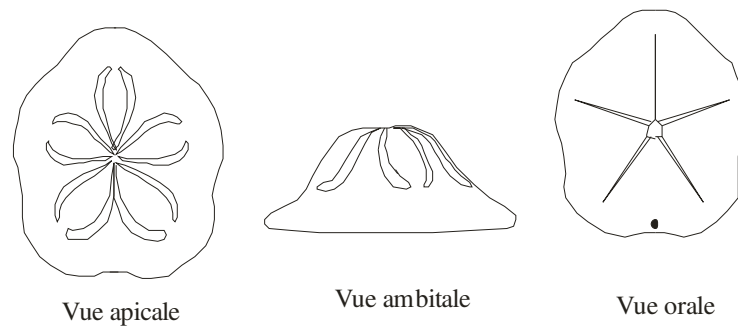


Fig.34: Forme du test chez *Clypeaster*

C'est dans un faciès purement détritique constitué de sable moyen à grossier que le site de Beni Saf abrite une riche faune d'échinides constituée essentiellement par des *Clypeaster* (*Clypeaster altus*, *Clypeaster subacutus*, *Clypeaster cultratus*) Pomel, 1887 caractérisés par leur remarquables taille.

Le test est de grande taille (fig.34) la face apicale est constituée de tubercules homogènes à mamelon perforé et une plate-forme crénelée le scrobicule est fortement enfoncé, la pyramide est excentrique suivant la position des tubercules sur le test les radioles associés ont une fonction de protectrice.

Les pétales sont très grands, constitués d'isopores circulaires conjugués par un profond sillon et les podias associés sont respiratoires. Le sillon contribue à l'augmentation de l'efficacité des échanges gazeux. Les interambulacres sont saillants de sorte que les ambulacres semblent situés dans un sillon. Cela permet une protection des podias respiratoires et confère une solidité supplémentaire au test ces caractères témoignent sur un milieu de fort énergie à climat chaud d'après la grande surface des pétales respiratoires et riche en calcaire (test de grand taille).

La face orale est constituée du même type de tubercules mais très serrés. Ils portent des radioles locomoteurs. Ainsi l'animal vit en épifaune.

La densité des tubercules  $1/\text{mm}^2$  est en relation avec un substrat constitué de sable grossier.

Les *Clypeaster* récents avec les pétales hypermorphiques, sont typiques des environnements peu profonds et de grande énergie dans la zone infralittoral, à des profondeurs d'eau environ de -1 à -50 m (George *et* George, 1980; Dollfus et Roman, 1981; Nebelsick, 1992; Roman et Lachkhem, 1993). *Clypeaster altus* subconique avec une épaisse marge du test vivait dans des environnements peu profonds à énergie élevée avec les dépôts grossiers des fragments de corail (Boggild et Rose, 1985; Rose et Poddubiuk, 1987; Nebelsick, 1992; Romain et Lachkhem, 1993).

Le mode de vie du représentant actuel ; *Clypeaster rosaceus* Linnaeus, 1758 a été étudié par (Kier et Grant, 1965). Il se rencontre en Floride (récifs coralliens key lago) à faible profondeur (1,20 m à 12 m) sur un fond de sable épais en «épifaune se déplaçant sur le sable et se nourrissant de foraminifères et toute sortes d'autres organismes. Cet exemple de *Clypeaster* actuel peut refléter la paléoécologie de nos espèces qui sont apparemment littoraux épibentiques dans un climat chaud (tropicale ou sub tropicale).

#### 10-6) Genre *Echinolampas* Gray, 1825

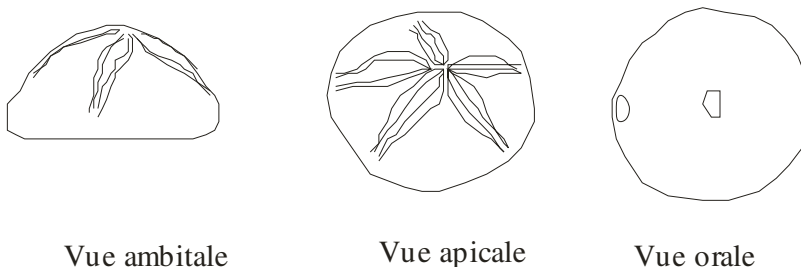


Fig. 35 : Forme du test chez *Echinolampas costatus* Pomel, 1887

Test de forme subhémisphérique (fig. 35). La face apicale d'*Echinolampas costatus* est constituée de tubercules homogènes à mamelon perforé et à plate-forme crénelée. Le scrobicule est fortement enfoncé. Ces tubercules sont associés à des radioles protecteurs. Les ambulacres sont saillants en cotes et portant des isopores circulaires conjugués par un sillon dont la fonction est principalement respiratoire. Les ambulacres saillants en cotes confèrent

une résistance accrue du test dans les milieux agités une meilleure protection des podia respiratoires.

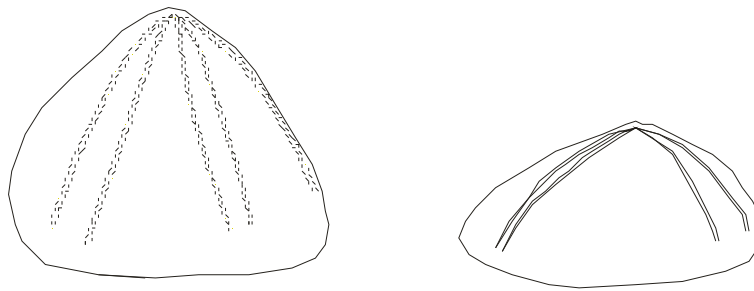
La face orale est constituée du même type de tubercules de taille relativement plus grande. La zone des phyllodes est constituée de pores ovales à encoche neurale (forme en pépin de raisin). Ces pores livrent le passage à des podia collecteurs de nourriture et munis d'une ventouse. Tout ces caractères son à la faveur d'un milieu agité dans un climat chaud et substrat sableux (La densité des tubercules  $1/\text{mm}^2$ ).

La profondeur à laquelle vivent les *Echinolampas* est aussi en rapport avec la température. Ainsi *Echinolampas oviformis* Gmelin, 1788 qui est proche de notre espèce vit entre 9-75m de profondeur.

Probablement sur un substrat sableux recouvert de sable jusqu'à l'extrémité inférieur de ses pétales, il est adapté a la vie en eaux agitées. Cet animal considéré comme un organisme microphage se nourrissant des matières organiques qui adhèrent aux particules du sédiment qui l'entoure. Il était probablement capable d'ingérer de grosses particules et donc un substrat à granulométrie moyenne à grosse, vu les tubercules moins serrées et plus grands par rapport à la face supérieur ce qui suppose des radioles adaptés à une sole marine de sable grossier et des conditions de vie favorables (riches en particules alimentaires) si on prend en considération la taille importante de l'animal.

La forme conique d'*Hypoclypus sp* (Fig. 36) est celle des formes vivant dans des milieux de forte énergie et à climat chaud. La présence d'isopores ronds séparés par une saillie en bouton suggère le passage à de podia respiratoires.

*Echinolampas abbreviatus* Pomel, 1887 (Fig. 36) présente les mêmes caractères mais un test relativement plat indique un milieu moins énergétique mais toujours dans un climat chaud. La et substrat sableux.



*Hypsoclypus sp*

*Echinolampas abriviatus*

Fig. 36 : Forme du test chez (*Conolampas sp* et *Echinolampas abriviatus* ) Pomel, 1887

## 11) RESULTATS PALEOECOLOGIQUES.

A partir des formes fossiles étudiées et en les comparant avec les formes actuelles dont les aspects morphofonctionnels il est possible d'interpréter le mode de vie des échinides fossiles et tirer des résultats paléocologiques.

Au point de vue climatique, les échinides sont de bons indicateurs de température, étant donné que le taux de métabolisme augmente en fonction de la température de l'eau de mer, les échinides des mers chaudes consomment une plus grande quantité d'oxygène que ceux qui vivent dans les mers froides ; ils ont alors des organes respiratoires plus au moins efficaces. Le degré d'efficacité des organes respiratoires se traduit par la morphologie de la partie dorsale des ambulacres, du nombre et de la structure des pores dans cette partie. Ainsi les échinides de la région d'étude possèdent des pores ambulacraires qui sont considérablement élargis en fente et séparés par une zone interpore large creusée en un profond sillon, en particulier chez les *Schizaster*.

En ce qui concerne la nature des substrats, les échinides qui colonisent les substrats indurés sont les réguliers dont les podia de la face apicale sont des podia à ventouses associés à des isopores de type P3 ou P4 ce qui leur permet d'adhérer au substrat dur et pour se déplacer, ils utilisent leurs radioles qui sont relativement courts et peuvent se rabattre permettant ainsi à l'organisme de s'abriter dans les rochers et les crevasses (système de pivot coulissant), comme c'est le cas du genre *Schizechinus*.

Les substrats meubles sont colonisés par les échinides irréguliers. Ces derniers creusent des terriers dans lesquels ils sont peu mobiles, ce mode de vie endobionte implique des adaptations morphologiques.

La granulométrie des particules diffèrent suivant les substrats et constitue un facteur limitant qui induit des modifications morphologiques en ce qui concerne les organes de nutrition de respiration et d'enfouissement. Ainsi le groupe des irréguliers devenu essentiellement limnivore et détritivore procèdent des organes respiratoires efficace à la face apicale et d'organes nourriciers à la face orale, les premiers sont associés à des isopores ou à des anisopores élargis en fente et séparés par une zone interporale creusée en sillon, les seconds sont associés à des isopores ou unipores ronds ou en virgules, avec une zone interporale étroite et limitée par une zone d'attachement musculaire bien définie. Il faut noter que le mode de prélèvement des particules est différent chez les Echinolampadoida et les Spatangoida. Les premiers vivants sur des substrats sableux de type sable grossier saisissent les particules par effet de ventouse. Par contre les seconds mieux adaptés à vivre dans des sédiments plus fins voire même vaseux (*Schizaster* et *Brissopsis*) saisissent les particules par sécrétion de mucus. Ces particules proviennent soit du fond du terrier ou de la surface du substrat (ambulacre III).

La densité de la couverture des épines de la face dorsale augmente inversement à la taille des particules du substrat et forment une sorte d'écran imperméable qui empêche l'ensablement de l'animal. Ces fascioles contribuent à la consolidation du terrier par le mucus sécrété par les radioles miliaires. Ainsi les spatangoides de notre région d'étude montrent des différences de densité de la couverture d'épines en fonction des faciès (fig. 37).

La turbulence des eaux influe aussi sur les échinides irréguliers. Les échinides irréguliers épibiontes et les échinides semi enfouis sont adaptés à la vie exposée des zones de ressac procèdent des podia oraux associés à des isopores de type P4 qui leur permet de s'accrocher fortement au substrat. Par ailleurs la forme et la hauteur du test est en relation avec l'hydrodynamisme du milieu.

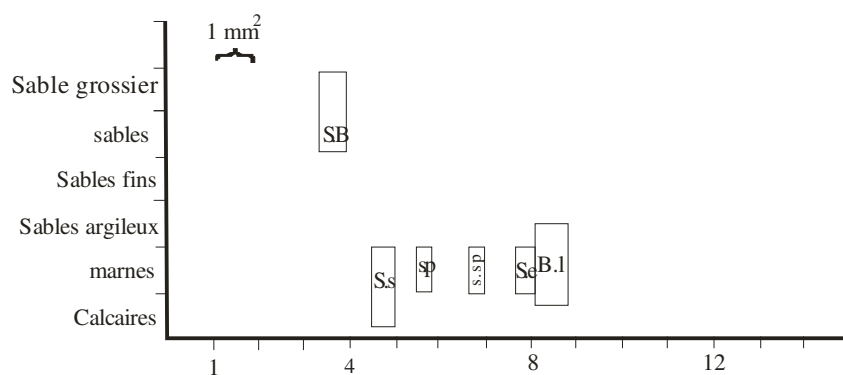


Fig.37 : La densité de la couverture d'épines de la face apicale en relation avec la nature du substrat d'enfouissement (inspiré de Smith, 1980a)  
 SB : *Schizobrissus mauritanicus*, Ss : *Schizaster saheliensis*, Sp : *Schizaster phrynus*,  
 Ssp : *Schizaster speciosus*, Se : *Schizaster eurynotus*, Bl : *Brissopsis lyrifera*.

Le phototropisme négatif des échinides se traduit chez les échinides irréguliers par leur enfouissement et chez les échinides régulier par leur installation sur le fond dans les crevasses ou les fissures des rochers, sous les galets, en bas des rochers ou sous les amas alguaire. Ainsi la présence du genre *Schizechinus* dans des algues calcaires est un indice direct de la luminosité. Ces échinides étant herbivores, auraient profité pour s'abriter et se nourrir de ces algues, qui ne proliféraient que dans la zone photique.

## 12) CONCLUSION GÉNÉRALE.

La faune des échinides du Miocène et du Pliocène qui a été récoltée à travers les différents gisement d'études de l'Oranie ; à savoir la région de Relizane (coupes de Jdiouia), la région de Mostaganem (coupe de Benabdelmalek Ramdane-plage), la région d'Oran (coupes de Tafaraoui et d'Arbal), la région de Sig (coupe du barrage) et la région de Béni Saf (coupe de Sidi Boucif), dont les faciès, change de silico-clastique à carbonaté, regroupe 19 espèces appartenant à 4 ordres, 5 familles et 6 genres. Ces échinides sont assez étroitement liés au faciès.

Ils caractérisent une tranche bathymétrique qui ne dépasse pas la zone infralittorale (tableau 1) ; qui est une zone immergée avec possibilité d'exondation de sa partie supérieure. Cet étage est conditionné par la lumière et la température. Ainsi les facies de marnes sableuses à *Schizaster* et *Brissopsis* de la région de Jdiouia constituent une transition au facies péri-récifaux constitués en plus du genre *Echinolampas* par des bryozoaires , bivalves, serpules et des algues calcaires, témoignant d'un climat chaud (tropical ou subtropicale) de forte à moyenne énergie. La faune littorale est matérialisée par le genre *Schizobrissus* et *Echinolampas* dans la région de Mostaganem et Beni Saf témoignant toujours d'un climat chaud subtropical dans un milieu de forte énergie sur un substrat sableux dur. L'installation d'algues photopiles et d'oursin régulier, *Schizechinus*, et irrégulier ; *Schizaster* cas de Tafaraoui, Arbal (mode abrité) ainsi que des gastéropodes et de bivalves en faveur d'un milieu péri récifal dans un climat chaud, zone infralittorale de forte a moyenne énergie.

La région de Sig, caractérisée par les genres *Schizaster* et *Brissopsis* dans des calcaires marneuses et des marnes sableuses constitue une zone sublittorale à climat chaud de faible à moyenne énergie. Ces espèces messiniens indiquent un climat chaud (tropical ou subtropical) et des milieux littoraux (*Clypeaster schizobrissus Echinolampas*) ou péri-récifaux (*Schizechinus*) ou des milieux sublittoraux (*Schizaster* et *Brissopsis*).



	Milieu de vie			Relation avec le substrat			Energie des eaux			Environnement
	Epifaune	Endofaune superficielle	Endofaune profonde	Substrat consolidé	Substrat mou sable-mannes	Herbier	Elevee	Modérée	Basse	
<i>Schizochinus</i>	X			X		X	X	X		Infralittoral supérieur
<i>Clypeaster</i>	X						X	X		Littoral à infralittoral supérieur
<i>Echinolampas</i>	X				X		X	X		Infralittoral supérieur
<i>Hypsoclypus</i>	X				X		X	X		Infralittoral supérieur
<i>Schizaster</i>			X		X			X	X	Sub littoral
<i>Brissopsis</i>					X			X	X	Sub littoral
<i>Schizobryssus</i>					X		X			Infralittoral supérieur

Tableau. 5: tableau récapitulatif de la paléécologie des échinides de la région d'étude

## Références bibliographiques

- Agassiz, L.** (1836). - Prodrome d'une monographie des radiaires ou échinodermes. *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel* 1, 168-99. *thèse des Sciences naturelles de Neuchâtel* 1, 168-99.
- Agassiz, L.** (1841). - Monographie des Echinodermes vivants et fossiles, *Sec, mon. des Scutelles* ; 151 p., 27 pl., Petitpierre (Neuchâtel).
- Agassiz, L., Dessor E.** (1846-1847). - Catalogue raisonné des espèces, des genres, et des familles d'échinides. *Annales des Sciences naturelles* 7, 129-68.
- Agassiz, A.** (1874). - Revision of the Echini. *Illustr. Catal. Mus. Comp. Zool. Cambridge*. N° 7.
- Arambourg, C.** (1927).- Les poissons d'Oran. *Matér. Carte géol. Algérie*, Alger, (1), 6, 86 pl., 298p.
- Allison, P. A., Briggs, D. E. G.** (1991). - The taphonomy of soft bodies animals. In D. K. Donovan (ed.), *the processes of fossilization*: 120-140. London: Belhaven Press.
- Beurlen, K.** (1934). - Monographic der Echinoiden-Familie Collyritidae d'Orbigny; *Palaeontographica*, v, 80, Abt, A., p, 41-194.
- Belkebir et al.**, (2008).- Biodratigraphie et lithologie des séries serravallo-tortoniennes du massif du Dahra et du bassin du chélif (Algérie). Implications sur la position de la limite serravallo-tortonienne. *Geodiversitas* 30 (1) : 9-20.
- Bell, B.M., Frey, R.W.** (1969). - Observations on ecology and the feeding and burrowing mechanisms of *Mellita quinquesperforata* (Leske). *J. Paleontol.* 43, 553-560.
- Bentley, A.C., Cockcroft, A.C.** (1995). - Sublittoral sand dollar (*Echinodiscus bisperforatus*) communities in two bays on the South African coast. *S. Afr. J. Zool.* 30, 5-18.
- Birkeland, C., Chia, F.S.** (1971). - Recruitment risk, growth, age and predation in two populations of sand dollars, *Dendraster excentricus* (Eschscholtz). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 6, 265-278.
- Bizon, G.** (1978).-Donnés tirées de l'étude des foraminifères et des nannofossiles du Messinien en affleurement dans le domaine marin. *Bull. Museum Hist. Nat.*, Paris, 3ème série, n° 518. *Sciences de la terre* 70. pp. 123-135.
- Blainville**, (1834).- Manuel d'Actinologie, p. 206. Atlas pi. 16, fig. 1.
- Brives, A.** (1897).- Les terrains Miocènes du bassin de Chélif et du Dahra. *Thèse*, Lyon, 136p. 16 fig., 6 pl. cartes et coupes

- Borghi, E.** (1993). - Nuove acquisizioni relative *Schizechinus serialis* Pomel, 1887. Echinodermi fossili emiliani II. *Bollettin de la Società Reggiana Scienze Naturali*, 13(2):1–11.
- Boggild, G.R., Rose, E.P.F.** (1984). - Mid-Tertiary echinoid biofacies as palaeoenvironmental indices. *Ann. Geol. Pays Hellen.* 32, 57-67.
- Challis, G. R.** (1979). - Miocene echinoid biofacies of the Maltese Islands. *Annales Géologiques des Pays Heléniques, tome hors série*, 1: 253–262.
- Checchia-Rispoli, G.** (1925). – Illustrazione dei Clipeastri miocenici della Calabria seguita da uno studio sulla morfologia interna e sulla classificazione dei Clipeastri. *Mém. Descr. Carta Geol. Ital.*, 9, parte 3.
- Clark, H. L.** - (1917), Hawaiian and other pacific Echini; *Harvard Univ.*, v, 46 no, 2, p, 85-283, pl, 144-161.
- Cotteau, G.H.** (1862-94). - paléontologie française. *Description des Animaux invertébrés ; Terrains Jurassiques*, v 10, pt 1 (1875-80), Echinides réguliers, 468 p., pl., 143-262.
- Cotteau, Peron et Gauthier.** (1885- 1891)- Échinides fossiles de l'Algérie *description des espèces déjà recueillies dans ce pays et considérations sur leur position stratigraphique*. Paris G. Masson, éditeur. Librairie de l'académie de médecine. Tomes I ; II ; III
- Cottreau, J.** (1913).- Les Echinides néogènes du Bassin Méditerranéen. *Ann. Inst. Océanogr.*, 6, fasc. 3.
- Carter, B.D.** (1997)- Inferring substrate preferences from test morphology in echinoids, and interpreting spatial and temporal patterns of diversity. *Paleontol. Soc. Pap.* 3, 121-145.
- Dalloni, M.** (1915). - Recherches sur la période néogène dans l'Algérie occidentale. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris, 4 ème série, t XV, pp.428-457.
- David, B.** (1989).- Faunes méditerranéenne et atlantique de part et d'autre du détroit de Gibraltar : les échinides irréguliers de la campagne BALGIM. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, série 3*, 309: 165-172.
- Desor, E.** (1858). – Synopsis des Echinides fossiles. *Paris, Ch. Reinwald.* LXVIII-490 p., atlas (44 pl).
- Des Moulins, C.** (1835).- Études sur les Ech. foss., p. 48,
- Des Moulins, C.** (1837).- Troisième Mémoire sur les Échinides. Synonymie générale. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 9(6) : 45–364.
- Devriés, A.** (1964).- Note sur la structure du système ambulacraire chez les Clypéastres. *C. R. 88<sup>e</sup> Congr. Soc. Sav.*, Clermont-Ferrand, 1963. Sect. Sc., II.

- Donoghue, P. C. J.** (2005). Saving the stem group – a contradiction in terms? *Paleobiology*, **31**, 553–558.
- Dollfus, R.P. Roman, J.** (1981).- Les échinides de la Mer Rouge. Monographie zoologique et paléontologique. *Com. Trav. Hist. Sci. Mem. Sect. Sci.* 9, 1-145.
- Doumergue, M.** (1924).- Carte geologique au 1/ 60.000 “Les Andalouses”.
- Durham, J.W.** (1955).- *Classification of clypeasteroid echinoids*: Clifornia Univ., *Publ. Sci.*, v, 31, p, 73-198, pl, 3-4, 38 text- fig.
- Durham, et Melville, R. V.** (1957).- A classification of echinoids; *Jour, Paleontology*, v, no, 1, p, 242-272, text-fig, 1-9.
- Ernst, G.** (1973). - Aktuopala ontologie und Merkmalsvariabilitat bei mediterranen Echiniden und Ruckschlusse auf die Okologie und Artumgrenzung fossiler Formen. *Palaontol. Z.* 47, 188-216.
- Ernst, G., Seibertz, E.** (1977). - Concepts and methods of echinoid biostratigraphy. *Paleontol. Soc. Am.*, pp. 541-563.
- Fermanfarmanian, A.** (1966). - The respiratory physiology of echinoderms. In R. A. Boolootian (ed). *Physiology of Echinodermata*. Wiley Interscience, New York, 245-266.
- Fell, H.B., Pawson, D.L.** (1966).- Echinacea. In Moore, R.C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, U. Echinodermata*, 3: U367-U440, fig. 272–328. Boulder, Colorado & Lawrence, Kansas.
- Fenner, D. H.** (1973). - The respiratory adaptations of the podia and ampullae of echinoids (echinodermata). *Biol. Bull. Mar. boil. Lab., Woods Hole*, **145**, 323-339.
- Fischer, P. in Tchihatchef, P.** (1866-1869). - Asie mineure, Description physique de cette contrée, Paléontologie, Faune tertiaire moyenne, p. 235. Paris, L. Guérin, et Cie.
- Forey, P. L.** (1992).- Formal classification. Pp. 160–169 in Forey, *et al* (eds) *Cladistics – a practical course in systematics*. *Systematics Association Publications, Oxford University Press, Oxford*.
- Forbes, E.** (1841). - A History of British Starfishes. London.
- Gmelin, J.F.** (1789). - Caroli Linnaei Systema Naturae
- Gras, A.** (1848).- Oursins fossiles du département de l'Isère (supplément). *Grenoble*, pp. 1-8.
- 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. *Proc. Zool. Soc. London*, III.
- Gray, J.E.** (1851). - New genera and species of Scutellidae and Echinolampidae. *Proc. Zool. Soc. London*, 19, p.34-38
- Gray, J. E.** (1855). - Catalogue of the recent Echinoida, or sea eggs, in the collection of the British Museum. Pt 1. Echinida Irregularia. London: Trustees, 71 pp., 6 pls
- Gray, J.E.** (1851). - New genera and species of Scutellidae and Echinolampidae. *Proc. Zool. Soc. London*, 19, p.34-38
- Gray, J. E.** (1855). - Catalogue of the recent Echinoida, or sea eggs, in the collection of the British Museum. Pt 1. Echinida Irregularia. London: Trustees, 71 pp., 6 pls
- George, J.D., George, J.J.** (1980). La vie marine. Encyclopédie illustrée des invertébrés marins. Maloine, Paris, 173 pp.
- Goubert, E., Neraudeau, D., Lacour, D.** (2001).- Foraminiferal record of environmental changes: Messinian of the Sorbas Basin (Betic Cordilleras, SE Spain). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 175, 61-78.
- Hendler, G., et al.** (1995). - Echinoderms of Florida and the Caribbean: Sea Stars, Sea Urchins, and Allies. *Smithsonian Institution Press, Washington, DC*, xi 1 390 pp.
- Henderson, R. A.** (1975). - Cenozoic spatangoid echinoids from New Zeland. *New Zeal. Geol. Surv., Paleont. Bull.* 46: 128 p.
- Hyman, L.** (1955).- The invertebrates, 4: Echinodermata. *New York: McGraw-Hill*, 763 pp.
- Imbesi Smedile, M.** ( 1958). – Clipeastri aquitaniani elveziani e tortoniani della Calabria. *Palaeont. ital.*, 53
- Jefferies, R. P. S.** 1979. The origin of chordates – a methodological essay. Pp. 443–477 in M. R. House (ed.) *The origin of major invertebrate groups. The Systematics Association Special Volume* 12, 443–477.
- Kanazawa, K.** (1992). - Adaption of test shape for burrowing and locomotion in spatangoid echinoids. *Palaeontology* 35,733-750.
- Koehler, R.** (1921). - Echinodermes. Faune de France 1 Le chevalier P., Paris, 210 p.
- Kier, P. M.** (1962).- Rediscription of some Lower Carboniferous echinoids from Belgium; *Inst. Royal Sci, Nat, Belgique, Bull*, 38, no, 5, 12 p., 6 pl., 9 text- fig.
- Kier, P. M.** (1962). - of the cassiduloids echinoids: *Smithsonian Misc. Coll.*, v, 144, no 3, 262 p 44 pl., 184 text- fig. [Contains extensive bibliography.]

- Kier, P. M.** (1964). - Fossil echinoids from the Marshall Islands. *Geol. Surv. Prof. Pap.* 260-G, 1121-1126.
- Kier, P.M.** (1972).- Tertiary and Mesozoic Echinoids of Saudi Arabia. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 10: 1–105.
- Kier, P. M.** (1974). - Evolutionary trends and their functional significance in the post-Palaeozoic Echinoids. *Supplement to the Journal of Palaeontology* 48, 1–96.
- Kier, P.M.** (1975). - The echinoids of Carrie Bow Cay, Belize. *Smiths. Contrib. Zool.* 206, 1-45.
- Kier, P.M.** (1977). - The poor fossil record of the regular echinoid. *Paleobiology* 3, 168-174.
- Kier P. M.** (1982). - Rapid evolution in echinoids. *Palaeontology* 25, 1–9.
- Kier P. M.** (1984). - Echinoids from the Triassic (St. Cassian) of Italy, their lantern supports, and a revised phylogeny of Triassic echinoids. *Smithsonian Contributions to Paleobiology* 56, 1–41
- Kier, P.M. Grant, R.E.** (1965). - Echinoid distribution and habits, Key Largo Coral Reef Preserve, Florida. *Smiths. Misc. Collns.* 149, 1-68.
- Kroh, A.** (2005). - Catalogus Fossilium Austriae. Band 2. Echinoidea neogenica. lvi, 210 pp., 82 pls., 94 figs., 11 tabs. *Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien.*
- Kroh, A. Smith, A. B.** (2009). - The phylogeny and classification of post-Palaeozoic echinoids, *Journal of Systematic Palaeontology*, Vol. 8., 147–212
- Lambert, J.** (1905).- Echinides du Sud de la Tunisie (environs de Tataouine). *Bull. Soc. géol. Fr.* (4), 5, Paris.
- Lambert, J.** (1910-1915).- Description des Echinides des terrains néogènes du bassin du Rhône. *Mém. Soc. Paleontol. Suisse* 1, 1-240.
- Lambert, J.** (1928).- Révision des Echinides fossiles de la Catalogne. II<sup>e</sup> Partie. *Mem. Mus. Cienc. Natur. Barcelona*, Sér. Géol., 1, n° 2.
- Lambert, J.** (1931).- Etudes sur les Echinides fossiles du Nord de l’Afrique. *Mem. Soc. Geol. France*, nouv. Sér., 7 (mém. 16).
- Lamarck, J. B.** (1801).- Système des animaux sans vertèbres, ou Tableau général des Classes, des Ordres et des Genres de ces Animaux. *Paris: Deterville*, 432 pp.
- Lamarck, J.B.** (1816).- Histoire naturelle des animaux sans vertèbres 3, 1-586. Paris (J.-P. Verdère).
- Lambert, et Thiery.** (1909–1925).- Essai de nomenclature raisonnée des échinides. *Chaumont: Librairie Septime Ferriere*, 607 pp., 15 pls.

**Lambert, et Thiery.** (1924).- Essai de nomenclature raisonnée des Échinides Libraire. *Ferridre (Chaumont)* 6, 07 p.

**Latreille, P. A.** (1825).- Familles naturelles du règne animal. 570 p., *Paris (Baillière)*.

**Lawrence, J. M., Ferber, I.** (1971). - Substrate size and the occurrence of *Lovenia elongate* (Echinodermata: Echinoidea) at Taba, Gulf of elat (Red Sea). *Israel J. Zool.* **20**, 131-138

**Lesk N. G.** (1778). – Jacobi Theodori Klein naturalis disposition Echinodermatum. Addimenta ad Kleinii Echinodermata. Leipsig, Officina gleditschiana.

**Lindley, I.D.** (2003). - Echinoids of the Kairuku Formation (Lower Pliocene), Yule Island, Papua New Guinea: Regularia. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, 124: 137-151.

**Linné, C.** ( 1758). – Caroli Linnaei Systema Naturae per regna tria naturae...Editio decima. I. Regnu animale. Stockholm.

**Loven, S.** (1883). - On Pourtalesia, a genus of Echinoidea: *Same, Handl.*, v, I9, no 7, p. 1-95, pl, 1-21.

**Loriol, P. de.** (1873).- Echinologie Helvétique, description des oursins fossiles de la Suisse, *pt, 2, Echinides de la période Crétacé*: 398 p., 33 pl., H. Georg (Genève).

**Mansour, B.** (2004).- Diatomées messiniennes du bassin du bas chélif (Algérie nord occidentale). These de Doctorat, Univ. D'Oran (Algérie) : 286 p. 9 pl.

**Marcopoulos-Diacantoni, A.** (1967).- La faune des Echinides néogènes des pays helléniques. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, **18**.

**Masczynska, S.** (1979). - Echinoids from the Miocene deposits of the Roztocze Region, Southeastern Poland. *Prace Muzeum Ziemi*, 32: 29–36.

**Masczynska, S.** (1988). - Echinoids from the Middle Miocene (Badenian) sands from southern Poland. *Prace Muzeum Ziemi*, 40: 59–64.

**McNamara, K.J.** (1990). – *In Evolutionary trends*, K. J. McNamara (ed.), 205-231. *Univ. Arizona Press*.

**McNamara, K.J.** (1994). - Diversity of Cenozoic marsupiate echinoids as an environmental indicator. *Lethaia* 27, 257– 268.

**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., et Kruse, P.D.** (1986).- Tertiary brissid echinoids of southern Australia. *Alcheringa* 10: 55–84.
- Mooi, R.** (1990a).- Paedomorphosis, Aristotle's lantern, and the origin of the sand dollars (Echinodermata: Clypeasteroidea). *Paleobiology*, **16**, 25–48.
- Mooi, R.** (1987).- A cladistic analysis of the sand dollars (Clypeasteroidea: Scutellina) and the interpretation of heterochronic phenomena. PhD thesis (unpublished): *Department of Zoology, University of Toronto, Toronto, Ontario*, 208 pp.
- Mortensen, T.** (1907). - Echinoidea (2). *The Danish Ingolf-Expedition* 4 (2): 1–200.
- Mortensen, T.** (1935). - A Monograph of the Echinoidea. II. Bothriocidaroida, Melonechinoida, Lepidocentroida, and Stirodonta. 647 pp., 89 pls., 377 figs. *Reitzel and Oxford University Press, Copenhagen and London*
- Mortensen, T.** (1927). - Handbook of the Echinoderms of the British Isles. *Humphrey Milford, Oxford Univ. Press, London*, 471 pp.
- Mortensen, T.** (1950). - (i)v, 5, no 2, Spatangoida II, 593 p., 286, text-fig., atlas 64 pl.
- Menesini, E.** (1979b).- Maltese Fossil Echinoids. *Annales Géologiques des Pays Helléniques, tome hors série, 2* : 799–806
- Michelin, H.** (1861). – Monographie des Clypeâstres fossiles. *Mém. Soc. Géol. France* (2), **7** (mém.2)
- Montenat, C., Roman, J.** (1970).- Échinides néogènes d'Espagne (Provinces d'Alicante et de Murcie). *Annales de Paléontologie* 55, 177–192.
- Montenat, C., Roman, J.** (1970).- Échinides Néogènes d'Espagne (Provinces d'Alicante et de Murcie). *Annales de Paléontologie (Invertébrés)*, 56(1): 89–138.
- Nebelsick, J.H.** (1992).- The use of fragments in deducing echinoid distribution by fragment identification in Northern Bay of Safaga, Red Sea, Egypt. *Palaios* 7, 316–328.
- Nebelsick, J.H.** (1995). - Actupaleontological investigations on echinoids: the potential for taphonomic interpretation. In: Emson, R.H., Smith, A.B., Campbell, A.C. (Eds.), *Echinoderm Research. Balkema, Rotterdam*, pp. 209–214.
- Neraudeau, D.**, (1995).- Diversité des échinides fossiles et reconstitutions paleoenvironnementales. *Geobios M.S.* 18, 337-345.
- Néraudeau, D., Roman J., Borghi, E.** (1999).- Impact of the Messinian crisis on the Mediterranean echinoid fauna, in Candia Carnevali m. d. et bonasoro f. (eds), *Echinoderm Research* 1998. A. *Balkema, Rotterdam*: 355-360



- Nicaise**, (1870).-Catalogue des animaux fossiles de la province d'Alger. p. 93.
- Nichols, D.** (1959).- Changes in the Chalk heart-urchin *Micraster* interpreted in relation to living formes ; *Royal Soc, London, Philos, Trans., ser, B*, v, 242, p, 347-437, 1 pl., 46 text-fig.
- Nichols, D.** (1959). - Mode of life and taxonomy in irregular sea-urchins. *Systematics Association Publication* 3, 61– 80
- Nichols, D.** (1969). - Changes in the chalk heart-urchin *Micraster* interpreted in relation to living forms. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 242, 347-437
- Pavay, E.** (1874). - Die fossilen Seeigel des Ofner Mergels. *Mitth. Jahrii. kön. ung. geol. Anst.*, 3, no 2, 188 p., 8 pl.
- Perrodon, A.** (1957).- Etude géologique des bassins sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Thèse. et Bull. Serv. Carte Algérie*, n° 12 ,323p. 95 fig., 4 pl., h.t 8 pl. photo.
- Pomel, A.** (1869.- Revue des échinodermes et de leur classification pour servir d'introduction a l'étude des fossiles. i-lxvii pp. *Deyrolle*, Paris.
- Pomel, A.** (1873).- Description et carte géologique du massif de Milianah. *Extrait des publications de la Société de climatologie d'Alger*. Paris.
- Pomel, A.** (1883).- Classification méthodique et Genera des Echinides vivants et fossiles. *Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le Grade de Docteur dès Sciences Naturelles*, 503: 131 pp., 1 pl., 1 tab. *Aldolphe Jourdan, Alger*.
- Pomel, A.** (1885).- Les échinides du kef ighoud. *Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie. 1<sup>re</sup> série. pal., Monographie locale*.
- Pomel, A.,** (1885). Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie ; Echinodermes; *A. Jourdan (Alger). 2<sup>e</sup> fascicule 1<sup>e</sup> Livraison*.
- Pomel, A.** (1887).- Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie ; Echinodermes; *A. Jourdan (Alger). 2<sup>e</sup> fascicule 2<sup>e</sup> Livraison*.
- Riedl, R.** (Ed.). - (1983). Fauna und Flora des Mittelmeeres. *3rd edn. Paul Parey Verlag, Hamburg*, 836 pp.
- Ridder, C., Lawrence J.M.** (1982).- Food and feeding mechanisms: Echinoidea. In (Jangoux, M. and Lawrence, .M.; eds) *Echinoderm Nutrition. A. Balkema, Rotterdam*, 57–115.
- Rose, E.P.F., Poddubiuk, R.H.** (1987). - Morphological variation in the Cenozoic echinoid *Clypeaster* and its ecological and stratigraphical significance. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.* 70, 463-46

- Roman, J.** (1960).- Echinides (*Clypeaster*, *Scutella*, *Schizaster*) de l'Helvétien du bassin de Karaman (Turquie). *Bull. Miner. Res. And Expl. Inst. Turkey*, n° 55.
- Roman, J.** (1984).- Les échinides et les milieux de vie du Tertiaire, Quelques exemples. *Géobios, Mém. Spéc.* 8, 115-124.
- Roman, J.** (1991).- *Trochodiadema?* dhofarensis nov. sp. (Echinoidea, Echinacea) de l'Albien du Sultanat d'Oman. *Annales de Paléontologie* 77, 51-60.
- Roman, J., Saint-Martin, J.P.** (1987).- *Echinoneus lorioli*, rare échinoïde (holectypoïde) récifal dans le Messinien (Miocène) d'Oranie (Algérie). *112e Congrès national des Sociétés savantes, Lyon, Sciences* 2, 15-25.
- Roman, J., Lachkhem, H.** (1993).- Le bassin sédimentaire de Melilla (Maroc septentrional) et sa faune d'échinoides du Messinien (Miocene supérieur). *118 eme Congr. Nat. Soc. Hist. Scient., 4eme Coll. Géol. Afric.*, pp. 445-460.
- Rouchy, J. M.** (1982).- La genèse des évaporites messiniennes de Méditerranée. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, série C, Sciences de la terre 50: 1-280.
- Schafner, H.** (1962).- Die Scutelliden des Miozäns von Österreich and Ungarn : *Palaont, Zeitsch.* v, 36, p, 135-170, pl, 15-19.
- Schäfer, W.** (1972). Ecology and palaeoecology of marine environments, *Chicago: University of Chicago Press.*
- Schmid, H. P., Harzhauser M., Kroh, A.** (2001).- Hypoxic Events on a Middle Miocene Carbonate Platform of the Central Paratethys (Austria, Badenian, 14 Ma). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 102A: 1-50.
- Seilacher, A.** (1979). - Constructional morphology of sand dollars. *Paleobiology* 5:191-221.
- Sismonda, E.** (1842).- Monografia degli Echinidi fossili del Piemonte. *Mem. R. Accad. Sc.Torino*, ser. 2, 4.
- Sismonda, E.** (1843).- Memoria geo-zoologica sugli Echinidi del contado di nizza. *Mem. R. Accad. Sc.Torino*, 6, ser. 2
- Szörényi, E.** (1953).- Miozäne Echiniden aus den westlichen Teilen der Ukraine. *Geologica Hungarica, Series Paleontologica, fasc. 23*: 1-104.
- Schinner G.O.** (1993). - Burrowing behaviour, substratum preference, and distribution of *Schizaster canaliferus* (Echinoidea: Spatangoida) in the Northern Adriatic Sea. *Mar. Ecol.* 14, 129-145.
- Smith, A.B.** (1978). - A functional classification of the coronal pores of regular echinoids. *Palaeontology* 21, 759-789.

- Smith, A.B.**, (1980a).- The structure and arrangement of echinoid tubercles. *Philos. Trans. R. Soc. London B* 289, 1-54.
- 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.** (1980c). - Stereom microstructure of the echinoid test. *Spec. Pap. Palaeontol.* 25, 1-81.
- Smith, A.B.** (1981). - Comparison of macrofaunal invertebrates in sand dollar (*Dendraster excentricus*) beds and in adjacent areas free of sand dollars. *Mar. Biol.* 65, 191-198.
- Smith, A.B.** (1984). - Classification of the Echinodermata. *Palaeontology.* 27, (3), p.431-459.
- Smith, A.B.** (1984). - Echinoid Palaeobiology. *Allen and Unwin, London*, x, 190 pp.
- Smith, A.B.** (1988). - Fossil evidence for the relationships of extant echinoderm classes and their times of divergence. In C. R. C. Paul and A. B. Smith (eds.). *Echinoderm Phylogeny and Evolutionary Biology.* *Oxford University Press, Oxford*, pp. 85-97.
- Smith, A. B.** (1994b). Systematics and the fossil record: documenting evolutionary patterns. *Blackwell Scientific Publications, Oxford*, viii + 223 pp.
- Smith, A. B.** 2001. Optimizing phylogenetic analysis by the inclusion of fossils: Cassiduloid paraphyly and the origin of clypeasteroid echinoids. *Paleobiology*, 27, 392-404.
- Suter, S. J.** (1994).- Cladistic analysis of cassiduloid echinoids: trying to see the phylogeny for the trees. *Biological Journal of the Linnean Society*, 53, 31-72.
- Takahashi, K.** (1967). - The ball and socket joint of the sea urchin spine: geometry its functional implications. *J. Fac.Sci. Tokyo Univ.* 11, 131-135.
- Telford, et Mooi.** (1996). - Podial particle picking in *Cassidulus caribaeorum* (Echinodermata: Echinoidea) and the phylogeny of sea urchin feeding mechanisms. *Biological Bulletin* 191, 209-23. Thomas, 1985
- Thomas, G.** (1985).- Géodynamique d'un bassin intramontagneux. Le bassin du bas Chéelif occidental (Algérie) durant le Mio-Plio-Quaternaire. *Thèse és-Sciences, Pau*, 594p., 162 fig., 32 tabl3 pl. h.t.
- Termier, H et Termier G.** (1953).- Généralités sur les Échinodermes. Classe des Échinides (Echinoidea Zittel 1883). In piveteau J. : *Traité de Paléontologie. T. III. Paris, Masson et Cie.* 587-598, 7 fig. 857-947, 249 fig., 5 pl., 1 tabl. h.t.
- Tortonese, E.** (1965). - Fauna d'Italia. VI. Echinodermata. *Calderini, Bologna*, 422 p.

**Timko, P.L.** (1976). - Sand dollars as suspension-feeders: a new description of feeding in *Dendraster excentricus*. *Biol. Bull.* 151, 247-259.

**Wright, T. W.** (1855). – On fossils Echinoderms from the island of Malta ; with notes on the stratigraphical distribution of the fossil organisms in the maltese beds. *Ann. And mag Nat. Hist.* (2), **15**, n0 86.

**Wright, T. W.** (1856). - monograph of the British fossil Echinodermata of the Oolitic formations, *r.l, Echinoidea; Palacontograph. Soc.*

**Vadasz, E.** (1915). – Die mediterranen Echinodermen Ungarns. *Geologica hungarica*, **1**, fasc. **2**.

**Zittle, K. A. VON.** (1876–1880). - Handbuch der Palaontologie (1). Munchen and Leipzig: R. Oldenbourg, 765 pp. *Hungarica, Series Palaeontologica*, 23: 1–104.

# Planches

## Planche I

Fig. 1 : *Brissopsis*, dans des calcaires marneux ; (site de Jdiouia).

Fig. 2, 3 : *Schizaster*, dans des calcaires marneux. ; (site de Jdiouia).

Fig 4 : *Schizaster sahelensis* Pomel, 1887 ; (site de Jdiouia).

Fig. 5 : marnes à brachiopodes ; (site de Jdiouia).

Fig. 6 : *Schizaster* abîmé par la dissolution (site de Jdiouia).

Fig. 7 : *Brissopsis boutyi*, Pomel, 1887 ; vue apicale (site de Jdiouia).

Fig. 7a : le même, vue orbitale.

Fig. 8 : *Schizaster phrynus* Pomel, 1887 ; vue apicale (site de Jdiouia).

Fig. 8a : le même, vue du périprocte.

Fig. 8b : le même, vue orbitale.

Fig. 8c : le même, vue orale.

Planche I



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 7a



Fig. 8



Fig. 8a



Fig. 8b



Fig. 8c

## Planche II

Fig. 1 : *Schizaster cavernosus* Pomel, 1887 ; vue apicale.

Fig. 1a : le même, vue du périprocte.

Fig. 1b : le même, vue orbitale.

Fig. 1c : le même, vue orale.

Fig. 2 : *Brissopsis sahelensis* Pomel, 1887 ; vue apical.

Fig. 2a : le même, vue orbitale.

Fig. 2b : le même, vue orale.

Fig. 3 : *Echinolampas costatus* Pomel, 1887 ; vue orbitale.

Fig. 3a : le même, vue apicale.

Fig. 3b : le même, vue orale.



Planche II



Fig. 1



Fig. 1a



Fig. 1b



Fig. 1c



Fig. 2



Fig. 2a



Fig. 2b



Fig. 3



Fig. 3a



Fig. 3b

### Planche III

Fig. 1 : *Hypsoclypus sp*, vue orbitale.

Fig. 1a : le même, vue apicale.

Fig. 1b : le même, vue orale.

Fig. 2 : *Schizobrissus mauritanicus* Pomel, 1887 ; vue du périprocte.

Fig. 2a : le même, vue orbitale.

Fig. 2b : le même, vue apicale.

Fig. 2c : le même, vue orale.

Fig. 3 : *Echinolampas curtus* Pomel, 1887 ; vue orbitale.

Fig. 3a : le même, vue orale.

Fig. 3b : le même, vue apicale.

Planche III



Fig. 1



Fig. 1a



Fig. 1b



Fig. 2



Fig. 2a



Fig. 2b



Fig. 2c



Fig. 3

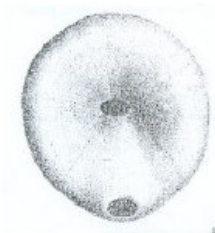


Fig. 3a



Fig. 3b

## Planche IV

Fig. 1 : *Schizechinus interruptus* Pomel, 1887. Dans des calcaires à algues (site de Tafaraoui).

Fig. 1a : le même, de forme juvénile.

Fig. 1b : le même, face orale.

Fig. 2 : *Brissopsis*, dans des marnes sableuses (site d'Arbal).

Fig. 2a : le même, (agrandissement ; x2).

Fig. 3 : *Schizechinus*, dans des calcaires à algues (site d'Arbal).

Fig. 4 : *Schizaster sahelensis* Pomel, 1887. Dans calcaires marneux (site d'Arbal).

Planche IV



Fig. 1

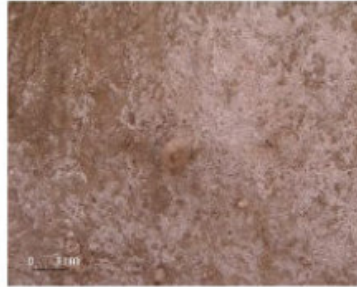


Fig. 1a



Fig. 1b



Fig. 2



Fig. 2a



Fig. 3



Fig. 4

## Planche V

Fig. 1 : *Brissopsis sp* avec *Brissopsis depressus* Pomel, 1887 (site d'Arbal).

Fig. 2 : *Brissopsis depressus* Pomel, 1887 ; vue orale.

Fig. 2a : le même, vue apicale.

Fig. 2b : le même, vue orbitale.

Planche V



Fig. 1

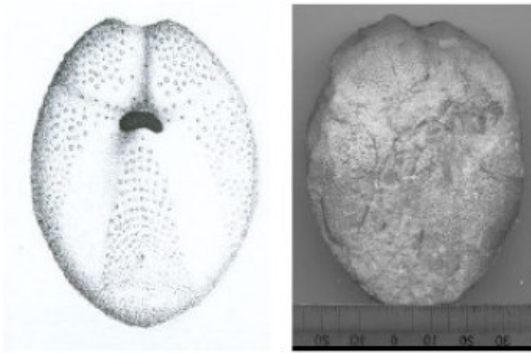


Fig. 2



Fig. 2a

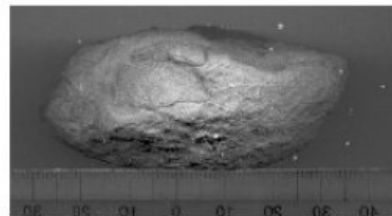


Fig. 2b

## Planche VI

Fig. 1 : *Schizechinus interruptus* pomel, 1887 ; vue apicale.

Fig. 1a : le même, vue latérale.

Fig. 1b : le même, vue orale.

Fig. 2 : le même, (Forme juvénile) vue orale.

Fig. 2a : le même, vue latérale.

Fig. 2b : le même, vue apicale.

Fig. 3: *Schizechinus sahelensis* pomel, 1887 ; vue apicale.

Fig. 3a : le même, vue ambitale.

Fig. 3b : le même, vue orale.

Fig. 4 : *Schizaster sahelensis* pomel, 1887 ; vue apicale.

Fig. 4a : le même, vue orale.

Fig. 4b : le même, vue ambitale.



Planche VI



Fig. 1



Fig. 1a



Fig. 1b



Fig. 2



Fig. 2a



Fig. 2b



Fig. 3



Fig. 3a



Fig. 3b



Fig. 4



Fig. 4a



Fig. 4b

## Planche VII

Fig. 1 : Formation du pliocène près du barrage de Sig.

Fig. 2 : calcaires marneux biodétritique à oursins et brachiopodes (site du barrage de Sig).

Fig. 2a : *Schizaster maurus* pomel, 1887. Dans des calcaires marneux (site du barrage de Sig).

Fig. 2b, 2c : Brachiopode *Terebratula*. Dans des calcaires marneux (site du barrage de Sig).

Fig. 3 : *Schizaster*, dans des grés argileux (site du barrage de Sig).

Fig. 3a : *Schizaster*, face orale.

Fig. 3b : *Schizaster*, partie postérieure.

Planche. VII



Fig. 1

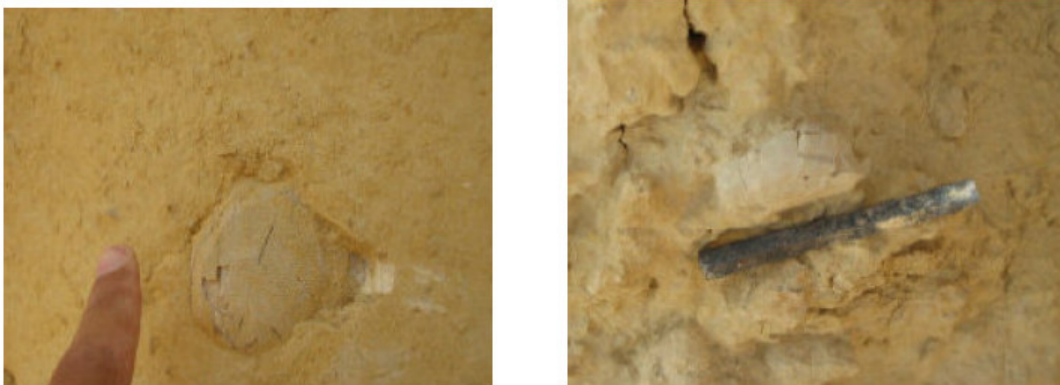


a

b

c

Fig. 2



a

b

Fig. 3

## Planche VIII

Fig. 1 : *Brissopsis latepetalus* Pomel, 1887.

Fig. 1a : Radioles et tubercules de la face latéro-antérieure de *Brissopsis latepetalus* (agrandissement X25).

Fig. 2: *Schizaster maurus* Pomel, 1887 ; vue orale (site du barrage de Sig).

Fig. 2a : le même, vue apicale.

Fig. 2b: le même, vue orbitale.

Fig. 3 : *Schizaster speciosus* Pomel, 1887 ; vue orale.

Fig. 3a : le même, vue apicale.

Fig. 3b : le même, vue orbitale.

Planche VIII



Fig. 1



Fig. 1a

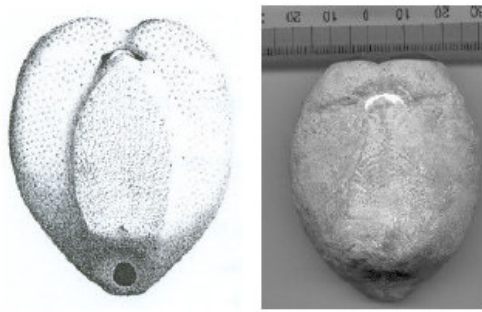


Fig. 2

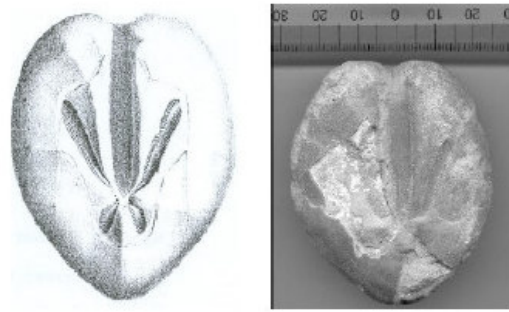


Fig. 2a



Fig. 2b

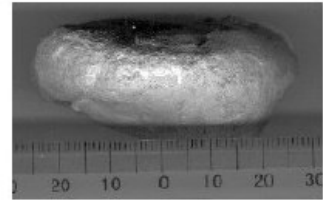


Fig. 3



Fig. 3a



Fig. 3b

## Planche IX

Fig. 3c : *Schizaster speciosus* Pomel, 1887 ; vue du périprocte.

Fig. 4 : *Schizaster eurynotus* Agassiz, 1840 ; vue apicale.

Fig. 4a : le même, vue ambital.

Fig. 4b : le même, vue orale.

Fig. 4c : le même, vue du périprocte.

Planche IX



Fig. 3c



Fig. 4



Fig. 4a



Fig. 4b



Fig. 4c

## Planche X

Fig. A : formation de Sidi Boucif plage (Béni saf) :

1 : première unité ;

2 : deuxième unité ;

3 : troisième unité.

Fig. 2 : *Clypeaster* en éboulis.

Fig. 2a : *Clypeasters* en position de vie.

Fig. 3: *Clypeaster cultratus* Pomel, 1887.

Fig. 4: *Clypeaster altus* Lamarck, 1801.

Fig. 5: *Clypeaster subacutus* Pomel, 1887.



Planche X



Fig. A



Fig. 2



Fig 2a



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

## **Glossaire**

**Aboral** : partie qui se trouve dans la direction opposée à la bouche.

**Adapical** : partie supérieure du test d'un oursin (au dessus de l'ambitus).

**Adoral** : voir oral.

**Aire porifère** : aire occupée par les paires de pores de chaque côté du radius.

**Ambulacres** : zone du corps qui porte les podia. Les échinodermes ont généralement cinq ambulacres. Voir radius.

**Ambitus** : chez les échinides, cercle imaginaire qui correspond au plus grand diamètre horizontal du test.

**Ambulacraire** : tout ce qui se rapporte au système aquifère

**Appareil apical** : chez les oursins, un anneau de plaques spécialisées se trouve en position aborale. Chez les oursins réguliers, ce système apical est constitué de cinq plaques ambulacraires (ou ocellaires) et de cinq plaques interambulacraires (ou plaques génitales).

**Auricules** : apophyses saillantes de la ceinture pérignathique. Lorsque les auricules proviennent des plaques ambulacraires, les deux auricules se soudent pour former une arche fermée. Lorsque les auricules proviennent des plaques interambulacraires (Cidaroides, oursin régulier), elles restent simplement accolées l'une à l'autre.

**Cercle scrobiculaire** : dépression arrondie qui entoure parfois les gros tubercules des oursins

**Clavules** : petits piquants ciliés des fascioles qui existent uniquement chez certains oursins irréguliers.

**Conjugués** : chez les oursins, se dit de deux pores qui sont réunis par un sillon

**Ethmolyse** : se dit d'un apex (périprocte) de spatangoïdes (oursin irrégulier) chez lequel le madréporite a écarté les plaques terminales A et B et touché ainsi l'interradius AB (quatre plaques génitales généralement).

**Ethmophracte** : se dit d'un apex (périprocte) de spatangoïdes (oursin irrégulier) chez lequel le madréporite est compris dans le cercle des plaques périproctales (cinq plaques génitales).

**Fascioles** : chez les spatangoïdes (oursin irrégulier), bandes formées par les clavules.

**Floscelles** : sortes de pétales oraux formés par les plaques interambulacraires voisines du péristome qui se gonflent en bourrelets et de ce fait resserrent la partie orale des aires ambulacraires lesquelles s'élargissent ensuite formant des sortes de pétales, les floscelles.

**Interambulacraire** : partie du corps située entre deux zones ambulacraires.

**Interradiaire** : se réfère aux zones interambulacraires du corps.

**Labre** : plaque interradiaire impaire qui forme la lèvre inférieure de la bouche chez les Spatangoïdes (oursin irrégulier).

**Lanterne d'Aristote** : appareil masticateur de certains oursins. Il manque chez les Spatangoïdes (oursin irrégulier). Il est constitué d'une mâchoire (= pyramide triangulaire terminée par une dent pointue) ; d'une plume (= pièce molle et recourbée située à la base de la mâchoire) ; d'une fenêtre externe (= grande ouverture située près de la base externe de la mâchoire) ; d'épiphyses (= deux appendices soudés ou non, qui ferment plus ou moins la fenêtre externe) ; d'une rotule (= pièce joignant les pyramides) ; d'un compas (= pièce incurvée située sous la rotule).

**Loven** : l'orientation du test des oursins irréguliers et la désignation des plaques se conforment aux règles de la nomenclature établies par Loven. Un oursin irrégulier posé sur sa face ventrale (côté oral) peut-être orienté selon un axe antéro-postérieur. Par cet axe passe un plan de symétrie sur lequel se situent l'apex, le péristome et le périprocte. Ce plan s'appelle le plan de Loven et sert de référence pour numéroté les zones du test. En vue apicale, les zones sont numérotées par ordre croissant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre : les cinq ambulacres de I à V (chiffres romains) et les cinq interambulacres de 1 à 5 (chiffres arabes). Au sein de chaque zone, la première plaque de colonne de plaques est numérotées par la lettre a et la seconde par la lettre b.

**Lunules** : perforations présentes sur le test des oursins plats (irrégulier).

**Madréporite** (ou plaque madréporique) : plaque perforée par de nombreux petits pores et qui permet une communication entre l'eau de mer et les canaux aquifères.

**Pédicellaires** : petits appendices squelettiques présents chez les oursins et les astéries qui ont une en forme de pince. Ils servent à nettoyer l'organisme, à écarter les prédateurs et à empêcher les larves d'autres invertébrés à s'installer.

**Péristome** : chez les oursins membrane qui peut être plus ou moins incrustée de petites formations calcaires et qui se situe sur le pôle inférieur (pôle oral). Au centre du péristome s'ouvre la bouche.

**Péripode** : petite dépression où sont logés, chez les oursins, les deux pores de chaque paire.

**Périprocte** : chez les oursins, membrane qui peut-être plus ou moins incrustée de petites formations calcaires et qui se situe sur le pôle supérieur (pôle aboral). Au centre du périprocte débouche l'anus.

**Pétale** : partie de l'extrémité aborale des radius chez les oursins exocycloïdes.

**Pétaloïde** : qui ressemble à un pétale ; souvent utilisé pour désigner le côté adoral des radius chez les oursins.

**Phyllode** : structure en forme de feuille dessinée par les plaques ambulacraires plus larges, situées au voisinage du péristome chez certains oursins irréguliers.

**Phylum** : lignée de formes vivantes issues d'une même souche et qui se succèdent par filiation.

**Piquant** : appendice squelettique (calcaire) plus ou moins allongés de la surface du corps, tantôt fixés directement à la plaque sous-jacente, tantôt articulé sur un tubercule distinct.

**Piquant miliaire** : correspond aux très petits piquants des oursins.

**Piquant primaire** : correspond aux premiers piquants apparus et sont souvent les plus grands chez les oursins. Ils s'insèrent sur des tubercules primaires de l'ambulacre et de l'interambulacre.

**Piquant secondaire** : correspond aux petits piquants des oursins et s'insèrent sur des tubercules secondaires

**Plaque anale** : plaque du périprocte plus grande que les autres chez les échinides.

**Plaques composées** : plaques ambulacraires du test d'un oursin constituées par la fusion de plusieurs plaques simples et sont percées de plusieurs paires de pores. Elles sont soit oligopores, soit polypores.

**Plaques coronales** : ensemble des plaques qui forme le test d'un échinidé.

**Plaques génitales** : plaques situées dans l'alignement des interambulacres du test d'un oursin. Elles sont en nombre variable (de 1 à 5). Elles sont plus grandes que les plaques ocellaires. Elles possèdent des pores génitaux (orifices par lesquels sortent les gamètes). L'une d'entre elles, le madréporite (plaque madréporique) est percée de nombreux pores minuscules, les hydropores.

**Plaques ocellaires** : (plaques terminales) : cinq premières plaques radiales primaires du test d'un oursin et qui portent chacune un petit pore.

**Plaques oligopores** : plaques ambulacraires composées d'un test d'oursin et qui portent trois paires de pores. Elles portent autant de podia qu'il y a de paires de pores.

**Plaques polypores** : plaques ambulacraires composées d'un test d'oursin et qui portent plus de trois paires de pores. Elles portent autant de podia qu'il y a de paires de pores (illustration).

**Plastron** : chez les spatangues (oursins irréguliers) du fait de la migration du péristome vers l'avant, les plaques ventrales de l'interambulacre impair peuvent perdre leur disposition et s'agencer en une structure particulière : le plastron. Les différentes plaques qui constituent le plastron se caractérisent par une nomenclature spéciale et sont le labre, les sternales, les épisternales, les préanales et les anales.

**Podia** : (singulier = podion) (ancienne dénomination pieds ambulacraires ou tubes ambulacraires) : organe cylindrique et creux qui peut se terminer ou non par une ventouse. Les podia s'étirent et se rétractent grâce à la pression hydraulique due au système aquifère. Ils servent d'organes locomoteurs, au creusement, à la respiration et/ ou au transport de la nourriture

**Radiole** : piquants primaires des oursins réguliers Cidaridés.

**Radius** : zone du corps dans laquelle sont disposés les podia. Ces zones sont au nombre de cinq et sont encore appelées zones ambulacraires ou zones radiales. Les radius correspondent aux bras des crinoïdes ; des astéries et des ophiures et aux rangées de podia des oursins et des holothuries. Ces zones alternent avec les zones interradielles.

**Stéréome** : réseau calcitique tridimensionnel qui constitue les plaques squelettiques. L'agencement spatial de ce réseau peut-être varié : stéréome rectilinéaire, laminaire, labyrinthique, en galerie, etc...

**Sternum** : chez les spatangues (oursins irréguliers), plaque paire du plastron qui fait suite au labre.

**Stroma** : réseau organique qui s'imbrique avec le stéréome, essentiellement constitué de ligaments et de muscles.

**Supéromarginales** : rangée de plaques située latéralement sur le corps de l'astérie. Elle constitue avec une rangée de plaques situées juste dessous au squelette marginal.

**Système aquifère** : (ou appareil ambulacraire) : il comprend un cercle ou un anneau creux d'origine coelomique connecté à des prolongements radiales ou podia. Le liquide qu'il renferme peut être chassé dans les podia et en provoquer l'érection. Cet appareil communique avec le milieu extérieur par une plaque criblée ou madréporite. Cette structure unique dans le règne animal joue un rôle à la fois dans la respiration, la locomotion et l'alimentation.

**Test** : Ensemble des pièces constituant le squelette d'un oursin.

**Tubercule** : manchons de support des piquants (primaires, secondaires, milières) et des pédicellaires des oursins. Ils peuvent être lisses ou crénelés, perforés (pour l'insertion d'un ligament) ou non perforés. Région arrondie et saillante de la surface du corps (holothurie, astérie).

**Tubes ambulacraires** : ancienne dénomination, voir podia.

**Tubes de Cuvier** : filaments collants projetés par l'anus de certaines holothuries et qui servent comme mécanisme de défense

**Valve** : partie constitutive de la tête des pédicellaires. Lorsqu'elle est bien développée, elle comprend une partie basilaire et un limbe, appelé également mors.

**Ventouse** : partie terminale élargie des podia renfermant souvent une rosette calcaire.

**Ventral** : côté oral de l'animal (sur la même face que la bouche).

**Vestiture** : est constituée par l'ensemble des appendices externes au test d'un oursin (sphéridies, podia, pédicellaires, tubercules, granules, piquants).