

## Révision des espèces du genre *Hemidiadema* AGASSIZ, 1846 (Euechinoidea, Camaradonta, Glyphocyphidae), de l'Aptien (Crétacé inférieur) d'Espagne

Arnaud CLÉMENT<sup>1</sup>

**Résumé :** Des représentants du genre *Hemidiadema* AGASSIZ, 1846, provenant de l'Aptien (Crétacé inférieur) d'Espagne – plus précisément des provinces de Castellón, de Tarragone, de Barcelone et de Teruel – sont étudiés. Tous les individus d'*Hemidiadema* jusqu'à présent cités ou figurés provenant de ces régions avaient été rapportés à l'espèce *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846. Leur révision taxonomique – basée sur le matériel historique et de nouvelles récoltes – démontre que ces individus n'appartiennent pas à l'espèce décrite par AGASSIZ. Trois nouvelles espèces sont ainsi proposées et décrites : *Hemidiadema batalleri* nov. sp., *H. malladai* nov. sp. et *H. forcallensis* nov. sp. L'espèce *H. rugosum* AGASSIZ, 1846, n'est connue que par un unique exemplaire provenant de l'Aptien de Castellón. Des remarques sur la paléocologie et les répartitions géographique et stratigraphique des différentes espèces décrites sont également formulées.

**Mots-clefs :** Échinides ; *Glyphocyphidae* ; *Hemidiadema* ; *nove species* ; Aptien ; Espagne ; révision systématique.

**Citation:** CLÉMENT A. (2015).- Révision des espèces du genre *Hemidiadema* AGASSIZ, 1846 (Euechinoidea, Camaradonta, Glyphocyphidae), de l'Aptien (Crétacé inférieur) d'Espagne.- *Carnets Geol.*, Madrid, vol. 15, n° 20, p. 279-329.

**Abstract:** *A review of the species of the genus Hemidiadema AGASSIZ, 1846 (Euechinoidea, Camaradonta, Glyphocyphidae), from the Aptian (Lower Cretaceous) of Spain.*- Specimens belonging to the genus *Hemidiadema* AGASSIZ, 1846, from Aptian (Lower Cretaceous) strata from the Spanish provinces of Castellón, Tarragona, Barcelona and Teruel –were studied. All specimens of *Hemidiadema* from these regions cited or described in the literature until now were related to the species *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846. Their taxonomic revision – based on historical material and new collecting – demonstrates that these individuals do not belong to the species described by AGASSIZ, but represent new taxa. Three new species are proposed and described: *Hemidiadema batalleri* nov. sp., *H. malladai* nov. sp., and *H. forcallensis* nov. sp). The species *H. rugosum* AGASSIZ, 1846, is known by a single specimen from the Aptian of Castellón. Remarks on the paleoecology and stratigraphic and geographic distributions of these species are given.

**Key Words:** Echinoids; *Glyphocyphidae*; *Hemidiadema*; *nove species*; Aptian; Spain.

### 1. Introduction

Les citations du genre *Hemidiadema* AGASSIZ, 1846, dans les terrains du Crétacé d'Espagne sont assez rares et surtout récentes. Une seule espèce y a été jusqu'à présent mentionnée, dans l'Aptien : *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846. Cette espèce est citée dans la région de Morella et de Forcall, province de Castellón (LAMBERT, 1928, p. 149 ; VILLALBA CURRÁS, 1991, p. 213 ; 2003, p. 76 ; SAURA VILAR & GARCÍA VIVES, 2000, p. 18 ; SAURA VILAR *et al.*, 2007, photo 25 ; RICHTER, 2008, p. 6, 21, photos 35-36), dans la région de Punta de l'Àliga, province de Tarragone (VILLALBA CURRÁS, 1991, p. 213), dans le Massif du Garraf, province de Barcelone (MORENO-BEDMAR *et al.*, 2008, p. 159) et Alcoraia en Alicante (LÓPEZ & SILLERO, 2006, p. 39, 70, Fig. 22).

L'espèce *H. rugosum* AGASSIZ, 1846, a été récemment révisée (CLÉMENT, 2013) à partir des examens détaillés de l'holotype et de l'exemplaire décrit et figuré par LAMBERT (1892, p. 70, Pl. IV, figs. 5-6), provenant tous deux des "Grès vert ferrugineux" de l'Aptien supérieur de Grandpré (Ardennes, France).

Les spécimens de l'Aptien d'Espagne antérieurement étudiés et figurés – provenant de la collection BATALLER conservée au Musée géologique du Séminaire de Barcelone (VILLALBA CURRÁS, 1991, p. 213, Pl. 11, figs. 4-6 ; 2003, p. 76, Pl. 2, figs. 14-16) – se distinguent nettement de l'espèce décrite par AGASSIZ et de toute autre espèce connue (CLÉMENT *et al.*, 2012 ; CLÉMENT, 2013). Seul un individu provenant de l'Aptien d'Alicante (dépression de l'Alcoraia) (LÓPEZ & SILLERO, 2006, Fig. 22 ; CLÉMENT *et al.*, 2012, p. 3, Fig. 3.1) se rattache bien à *H. rugosum* et constitue ainsi la seule découverte actuellement connue de cette espèce en Espagne.

<sup>1</sup> Le Jardin de la Chapelle, Abbaye de Maubec, route d'Allan, 26200 Montélimar (France)  
arnaud.clement@netcourrier.com

Publié dans sa forme définitive (pdf) le 25 décembre 2015  
[Éditeur : Bruno GRANIER]

► **Figure 1:** Situation géographique des différentes localités étudiées (carte du Bassin du Maestrat d'après SALAS *et al.*, 2001).

## 2. Localisation géographique et cadre géologique (Fig. 1)

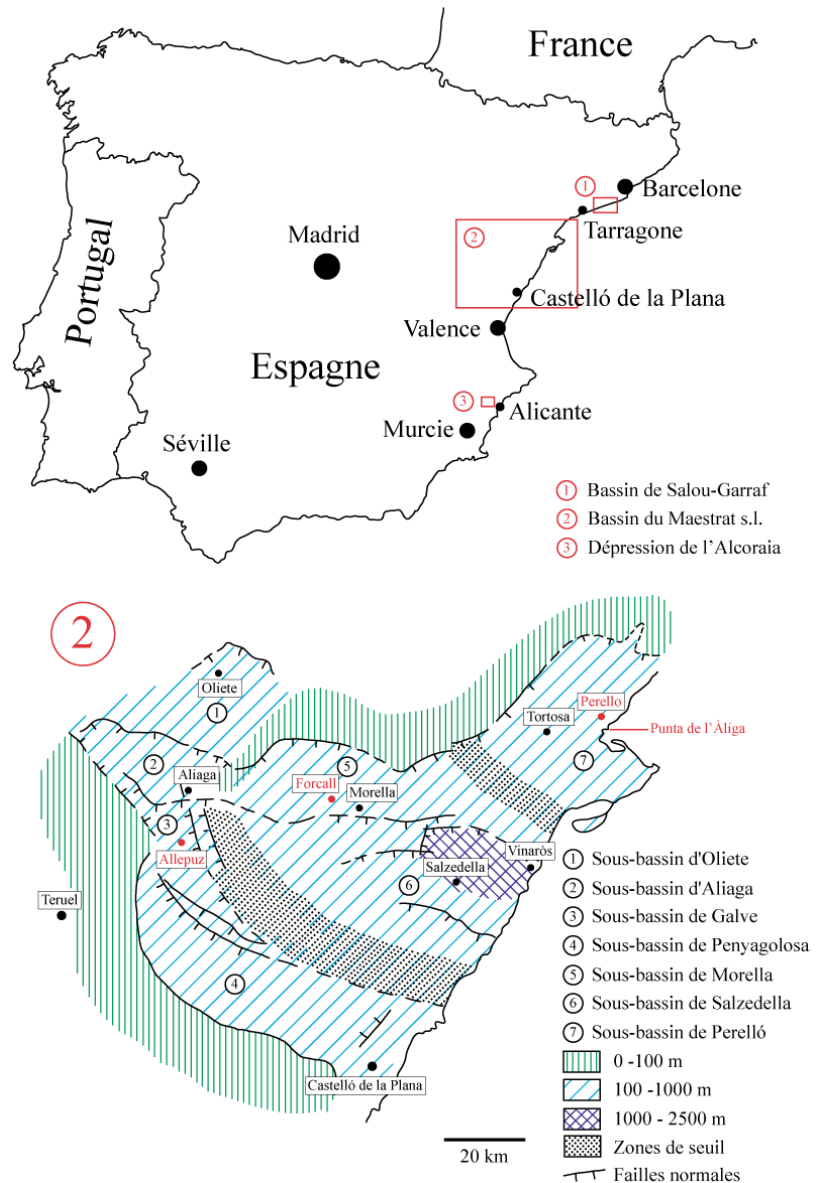
Les bassins d'où provient le matériel étudié – bassins du **Maestrazgo**, de **Salou-Garraf** et la dépression de l'**Alcoraia** (Domaine Prébétique) (Fig. 1) – situés à l'Est de l'Espagne se sont formés au cours du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur sur les marges est et nord de la Plaque Ibérique en relation avec l'ouverture du golfe de Gascogne et l'Atlantique Centre-Est et du Nord (SALAS *et al.*, 2001). Le bassin du **Maestrazgo**, le plus méridional des trois, montre une paléogéographie interne très complexe et peut être subdivisé en sept sous-bassins (SALAS & GUIMÉRÁ, 1996). C'est dans trois d'entre eux (sous-bassins de **Morella**, d'El **Perelló** et de **Galve**) qu'ont été récoltés des représentants du genre *Hemidiadema*. Le bassin de **Salou-Garraf** est étroitement lié à celui du Maestrazgo, mais expose des faciès marins généralement plus profonds liés à sa situation paléogéographique plus distale sur la marge (SALAS *et al.*, 2001).

La dépression de l'**Alcoraia**, près d'Alicante, se situe dans la zone Prébétique, large unité tectonique alpine qui correspond à la partie externe de l'avant-pays plissé de la Cordillère Bétique, au Sud-Est de l'Espagne. Pendant le Crétacé inférieur, ce domaine tectonique constitue une vaste plate-forme intracontinentale sur la marge passive méridionale de la Plaque Ibérique (MARTÍN-CHIVELET & CHACÓN, 2007). Plus précisément, la région de l'Alcoraia se situe dans la partie sud de cette plate-forme (Domaine Prébétique) où se sont développés des environnements hémipélagiques.

## 3. Cadre stratigraphique de l'Aptien des bassins étudiés (Fig. 2)

La lithostratigraphie suit GARCÍA *et al.* (2014) et la biozonation ammonitique de REBOULET & SZIVES (2014) et BULOT *et al.* (2014).

Dans le **bassin du Maestrazgo**, les *Hemidiadema* étudiés proviennent des parties moyen-



ne et supérieure de la Formation des "Marnes de Forcall" ("Forcall Formation") de l'Aptien inférieur. Cette formation se caractérise par une prédominance de marnes et de calcaires marneux. La faune d'ammonites des "Marnes de Forcall", intensivement étudiée ces dernières années (MORENO-BEDMAR *et al.*, 2009a, 2010, 2012a, 2014 ; DELANOY *et al.*, 2013 ; MARTÍN-MARTÍN *et al.*, 2013 ; GARCÍA *et al.*, 2014), a permis un découpage biostratigraphique précis.

- Dans le **sous-bassin de Morella** (Fig. 2a : coupe du Mas del Roc, environs de Forcall ; province de Castellón) les *Hemidiadema* récoltées proviennent des marnes pyriteuses datées de la partie supérieure de la biozone à *Deshayesites forbesi* et de la partie basale de la biozone à *Deshayesites deshayesi* (Aptien inférieur) (MORENO-BEDMAR *et al.*, 2009a, p. 867, Fig. 6 ; MORENO-BEDMAR *et al.*, 2014, Figs. 1B, 2 ; BOVER-ARNAL *et al.*,

2014, Fig. 1c). Deux espèces y ont été reconnues : *H. forcallensis* nov. sp. (Mola d'en Camaràs, Mas del Roc, environs de Forcall – province de Castellón) qui y est fréquente et *Hemidiadema* sp. A. (Mola d'en Camaràs, nord-est de Forcall – province de Castellón) qui n'est connue que par un seul exemplaire.

- Dans le **sous-bassin d'El Perelló** (Fig. 2b : coupe de Cala del Moro, près de Punta de l'Àliga, province de Tarragone) de fréquents *H. batalleri* nov. sp. ont été récoltés dans les marnes pyriteuses à Plicatules de la partie inférieure de la biozone *Dufrenoyia furcata* (MORENO-BEDMAR *et al.*, 2010, Fig. 8).
- Dans le **sous-bassin de Galve**, plus précisément dans la région située entre les villages d'Allepuz et de Jorcas (province de Teruel), des marnes calcaires finement bioclastiques ont fourni de fréquentes *H. malladai* nov. sp., associées à d'autres échinides [*Hyposalenia lardyi* (DESOR, 1856) en particulier]. Ces marnes calcaires appartiennent aux "Marnes de Forcall" ("Forcall Formation") de l'Aptien inférieur. Cependant, la région de Jorcas / Allepuz n'a pas été incluse dans les travaux de révisions récentes du canevas stratigraphique régional (BOVER-ARNAL *et al.*, 2009, 2010). Il ne nous est pas possible de rattacher les marnes calcaires avec certitude à une biozone ammonitique précise. On ne peut que supposer qu'elles représentent la partie supérieure de la biozone à *Deshayesites forbesi* ou la partie inférieure de la biozone à *Deshayesites deshaysi*.

Dans le **bassin de Salou-Garra** (Fig. 2c : coupe de Can Cassanyes, à l'est de Castellet, province de Barcelone) l'unique *Hemidiadema* découverte (coll. E. BLESÀ) dans cette région appartient à l'espèce *H. malladai* nov. sp. Cet individu provient de la partie inférieure de l'Aptien supérieur, plus précisément de la partie inférieure de la biozone à *Epicheloniceras martini* de l'unité des "Marnes de Vallcarca". Cette unité se compose de niveaux marneux et marno-calcaires, caractérisés par la profusion de spongiaires et autres invertébrés marins (MORENO-BEDMAR, 2007 ; MORENO-BEDMAR *et al.*, 2009b).

Dans le Domaine Prébétique, au niveau de la dépression de l'**Alcoraia** (province d'Alicante), l'Aptien s'observe au niveau d'une petite colline au sud-ouest de la Serra Mitjana, à 12 km au nord-ouest d'Alicante. Des dépôts alluvionnaires masquant une partie de la coupe, seules les zones à *Deshayesites oglanlensis*, *D. forbesi* et *D. furcata* de l'Aptien inférieur sont visibles (MORENO-BEDMAR *et al.*, 2012b, p. 338). Toutefois, c'est un niveau stratigraphiquement plus élevé observable à Loma de Casa lo Bolini et daté du sommet de l'Aptien supérieur qui a fourni une *Hemidiadema*, la seule *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846, connue actuellement en Espagne (LÓPEZ & SILLERO, 2006, Fig. 22 ; CLÉMENT *et al.*, 2012, p. 3, Fig. 3.1). La faune d'ammonites de Casa lo Bolini est essentiel-

lement représentée par des nuclei pyriteux de petites tailles, difficilement identifiables. Dans les niveaux situés en-dessus et en-dessous de celui où l'*H. rugosum* a été recueillie cette ammonitofaune est essentiellement constituée par des taxons (Desmoceratidés et Phylloceratidés) ne permettant pas de fournir un âge stratigraphique précis. De petites ammonites hétéromorphes appartenant au genre *Ptychoceras* sont également assez communes parmi ces ammonites. Les seuls exemplaires spécifiquement déterminables et d'intérêt biostratigraphique appartiennent à l'espèce *Neosilesites nepos* (DOUVILLÉ, 1917) et ont été collectés au-dessus du niveau ayant fourni l'*H. rugosum*. La répartition stratigraphique de cette espèce s'étend de la partie supérieure de l'Aptien à l'Albien inférieur selon les auteurs (SZIVES, 2007 ; MATSUKAVA *et al.*, 2012). Toutefois, dans une autre étude, il est suggéré que *N. nepos* est limité à la base de l'Albien inférieur (ROBERT *et al.*, 2001). La présence assez fréquente de *Ptychoceras* rappelle la faune d'ammonites de l'Aptien supérieur étudiée par EGOIAN (1969). Cet auteur y décrit un nouveau genre de l'Aptien supérieur – *Neoastieria* – qui semble être étroitement lié au genre *Neosilesites* mais sans y avoir reconnu de morphologies typiques des *Neosilesites*. Cette absence pourrait confirmer que *N. nepos* soit limité à l'Albien basal comme l'a suggéré ROBERT *et al.* (2001). À la lumière de toutes ces données, le spécimen d'*H. rugosum* trouvé à Loma de Casa lo Bolini proviendrait d'un niveau attribuable au sommet de l'Aptien supérieur, les niveaux juste en-dessus appartenant déjà à l'Albien basal. Notons que cet âge est le même que l'âge des niveaux ayant fourni des *H. rugosum* en France : "Grès ferrugineux" de l'Aptien supérieur *sensu gallico* (Clansayésien) de Grandpré (Ardennes) (CLÉMENT, 2013) et "Grès glauconieux à *Discoïdes decoratus*" de l'Aptien supérieur (Zone à *Acanthohoplites nolani*, Sous-zone à *Diadochoceras nodosocostatum*) du Teil près de Montélimar (Ardèche) (CLÉMENT, *in prep.*). Les ammonites de la région de l'Alcoraia ont déjà été étudiées en détail par COMPANY *et al.* (2004) et MORENO-BEDMAR *et al.* (2012b) mais dans ces travaux l'étude des niveaux à nuclei pyriteux évoqués ci-dessus n'a pas été incluse.

#### 4. Matériel d'étude

Le matériel étudié se compose des individus appartenant à la collection de l'auteur du présent travail, d'individus récoltés par Oriol FERRER et Josep Anton MORENO-BEDMAR lors de prospections sur le terrain dans le cadre de leurs travaux respectifs et des échantillons conservés au Musée géologique du Séminaire de Barcelone appartenant à la collection de l'Abbé Josep Ramon BATALLER. S'y ajoutent un exemplaire gracieusement donné par Brigitte MARTINEZ (Cheval-Blanc, France) et de deux

► **Figure 2:** Coupes stratigraphiques des localités étudiées et distribution verticale des espèces d'*Hemidiadema* décrites.

**2a.** Coupe du Mas del Roc, Forcall, Bassin du Maestrat (MORENO-BEDMAR *et al.*, 2009a, Fig. 6).

**2b.** Coupe de Cala del Moro, Punta de l'Àliga, Bassin de Perello (MORENO-BEDMAR *et al.*, 2010, Fig. 8).

**2c.** Coupe de Can Cassanyes, Bassin de Salou-Garraf (MORENO-BEDMAR *et al.*, 2009b, simplifiée).

autres prêtés par Carlos SILLERO (Alicante, Espagne) et Eduard Blesa (Barcelone, Espagne), tous les trois amateurs.

Conventions des institutions où sont déposés les fossiles étudiés (holotypes et paratypes) :

- MGSB : Musée géologique du Séminaire de Barcelone, Espagne ;
- MNHN.F : Muséum national d'Histoire naturelle, domaine Sciences de la Terre, Paris, France.

### 5. Systématique

Les différentes espèces décrites dans ce travail l'ont été en les comparant aux espèces du Crétacé inférieur de France actuellement connues, en particulier *H. rugosum* AGASSIZ, 1846, et *H. neocomiense* (COTTEAU, 1869) qui ont été récemment révisées (CLÉMENT, 2013). La systématique suit KROH & SMITH (2010).

#### Classe Echinoidea LESKE, 1778

#### Sous-classe Euechinoidea

#### BRONN, 1860

#### Infra-classe Acroechinoidea

#### SMITH, 1981

#### Echinacea KLAUS, 1876

#### Ordre Camarodonta JACKSON, 1912

#### Infra-ordre Temnopleuridea

#### KROH & SMITH, 2010

#### Famille Glyphocyphidae DUNCAN, 1889

#### Genre *Hemidiadema*

#### AGASSIZ *in* AGASSIZ & DESOR, 1846

Fig. 2a.

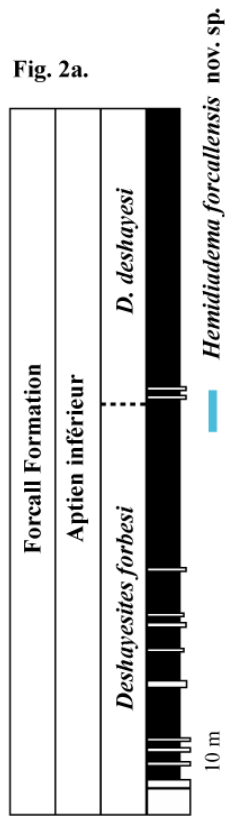
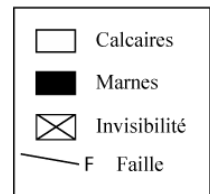
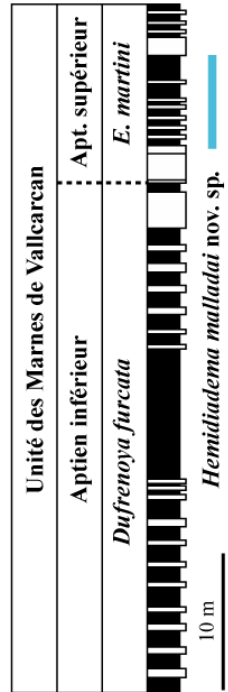


Fig. 2b.



Fig. 2c.



Concernant la diagnose éméndée du genre, les remarques d'ordre historique et la nomenclature descriptive utilisée, se reporter au travail de CLÉMENT (2013).

**Espèce-type.** *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846.

**Autres espèces associées.** *Hemidiadema intermedius* (COTTEAU, 1864), *H. neocomiense* (COTTEAU, 1869), *H. guehardi* LAMBERT, 1920 [*nomen dubium*] (= ? *H. neocomiense* (COTTEAU, 1869)) et les trois nouveaux taxons ici décrits : *H. batalleri* nov. sp., *H. malladai* nov. sp. et *H. forcallensis* nov. sp.

***Hemidiadema rugosum* AGASSIZ in  
AGASSIZ & DESOR, 1846**

(Pls. 1-2 ; Pl. 15, figs. 1-3)

- 1846 – *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ : AGASSIZ & DESOR, p. 351.  
 1864 – *Glyphocyphus rugosus* : COTTEAU, p. 533, 543, Pl. 1128, figs. 16-22.  
 1892 – *Hemidiadema rugosum* : LAMBERT, p. 69 Fig. 14, 70, 97, Pl. IV, figs. 5-6.  
 1933 – *Glyphocyphus rugosus* : GIGNOUX, p. 83, Fig. 22c.  
 1943 – *Hemidiadema rugosum* : MORTENSEN, p. 21 Fig. 18e, p. 22 Fig. 20c, Fig. 21c, p. 28 Fig. 24a, b, c (upper figure), d.  
 ? 1959 – *Hemidiadema rugosum* : PETITOT, p. 95, Pl. XI, figs. 9-14.  
 1966 – *Hemidiadema rugosum* : FELL & PAWSON, p. U417, Fig. 312/1h.  
 ? 1977 – *Hemidiadema rugosum* : MITROVIĆ-PETROVIĆ, p. 185, 187, 195, 199, Pl. II, figs. 6-7.  
 non 1991 – *Hemidiadema rugosum* : VILLALBA CURRÁS, p. 213, Pl. 11, figs. 4-6 = *Hemidiadema batalleri* nov. sp.  
 ? 1996 – *Hemidiadema rugosum* : MITROVIĆ-PETROVIĆ, p. 181, 185, Pl. I, fig. 1, 1 a, 1b.

- non 2000 – *Hemidiadema rugosum* : SAURA VILAR & GARCIA VIVES, p. 18, Pl. III, figs. 23-24 = *Hemidiadema forcallensis* nov. sp.  
 non 2003 – *Hemidiadema rugosum* : VILLALBA CURRÁS, p. 76, Pl. 2, figs. 14-16 = *Hemidiadema forcallensis* nov. sp.  
 non 2004 – *Hemidiadema rugosum* : MASROUR *et al.*, p. 600, Fig. 2/7a-c, Fig. 6 = *Hemidiadema* sp.2006 – *Hemidiadema rugosum* : LÓPEZ & SILLERO, p. 39, 70, Fig. 22.  
 non 2007 – *Hemidiadema rugosum* : SAURA VILAR *et al.*, photo n° 25 = *Hemidiadema forcallensis* nov. sp.  
 non 2008 – *Glyphocyphus rugosus* : MORENO-BEDMAR *et al.*, p. 159 = *Hemidiadema forcallensis* nov. sp.  
 non 2008 – *Hemidiadema rugosa* : RICHTER, p. 6, 21, photos 35-36 = *Hemidiadema forcallensis* nov. sp.  
 2010 – *Hemidiadema rugosum* : VADET & NICOLLEAU, p. 221-224, 5 Figs. (non numérotées).  
 2012 – *Hemidiadema rugosum* : CLÉMENT *et al.*, p. 2-3, Fig. 3.1.  
 2013 – *Hemidiadema rugosum* : CLÉMENT, p. 10-14, Fig. 8, Pls. 1-2-3-4-5-6-7-8-9 ; Pl. 13, figs. 1-2, 4, 6, 8, 10 ; Pl. 14, figs. 1-5 ; Pl. 15.

**Mesures et comptages**

Échantillon	Test		Ambulacres			Interambulacres		Périprocte	Péristome	
	Diamètre (en mm)	Hauteur (en mm)	Nb. pla.	Largeur orbitale (en mm)	Nb. tub. infra-A.	Nb. tub. supra-A.	Nb. tub.	Largeur orbitale (en mm)	Diamètre (en mm)	Diamètre (en mm)
Coll. SILLERO	7,9	5,6	-	1,81	5 visibles, probablement 6	5 à 6	11 visibles, probablement 12	2,89	2,10	-

**Nb. pla.** : nombre de plaques par série.

**Nb tub.** : nombre de tubercules primaires par série.

**Nb tub. infra-A.** : nombre de tubercules primaires infra-ambitaux (le tubercule ambital - parfois un peu excentré en dessus l'ambitus - compris) par série.

**Nb tub. supra-A.** : nombre de tubercules primaires supra-ambitaux par série.

**Matériel étudié.** Un seul spécimen (coll. SILLERO) provenant du sommet de l'Aptien supérieur de Loma de Casa lo Bolini, dépression de l'Alcoraia (province d'Alicante).

**Conservation.** Individu complet, très légèrement comprimé latéralement. Un fragment de test manque sur la face supérieure. La surface du test présente une très bonne conservation. La face inférieure, en particulier dans la région centrale péristomiale, est encroûtée de gangue.

**Description.** Cette espèce ayant fait l'objet d'une étude récente (CLÉMENT, 2013), l'étude descriptive de l'exemplaire étudié dans le présent travail sera réduite à une comparaison avec les individus provenant de la localité type de l'espèce (Grandpré, Ardennes, France).

L'individu étudié est tout à fait conforme aux spécimens rencontrés dans les Grès verts ferrugineux de Grandpré : nombre de tubercules ambulacraires et interambulacraires supérieur à 10 sur chaque série, aires scrobiculaires étroites, zones miliaries interradianales assez bien développées garnies d'assez nombreux et denses granules, granules scrobiculaires difficilement distinguables des granules miliaries, présence de tubercules secondaires microscopi-

ques aux angles des majeures interambulacraires infra-ambitales.

Cet individu se distingue des spécimens de Grandpré par une morphologie plus globuleuse, des zones miliaries interradianales un peu plus larges et par ses tubercules secondaires plus petits et plus discrets. Il ne s'agit que de légères variations morphologiques intraspécifiques liées sans doute aux conditions paléoenvironnementales.

***Hemidiadema batalleri* nov. sp.**

(Pls. 3-4-5-6-7 ; Pl. 15, figs. 6, 8)

1991 – *Hemidiadema rugosum* : VILLALBA CURRÁS, p. 213, Pl. 11, figs. 4-6.

2012 – *Hemidiadema* nov. sp. 2 : CLÉMENT *et al.*, p. 2, Fig. 3.2.

**Matériel étudié.** Parmi le matériel connu seuls les 6 spécimens les mieux préservés ont été étudiés : MGSB 16823-1, MGSB 17271-2, MGSB 17271-3, MGSB 25112-1, MGSB 25112-2 (coll. BATALLER) et MGSB 79924 (coll. FERRER). Tous ces spécimens proviennent du sommet de l'Aptien inférieur (Zone à *Dufrenoyia furcata*, Sous-zone à *Dufrenoyia furcata*) de Cala del Moro, près de Punta de l'Àliga, au Sud du village d'El Perelló (province de Tarragone).

## Mesures et comptages

Échantillons	Test		Ambulacre			Interambulacre		Périprocte	Péristome	
	Diamètre (en mm)	Hauteur (en mm)	Nb. pla.	Largeur orbitale (en mm)	Nb. tub. infra-A.	Nb. tub. supra-A.	Nb. tub.	Largeur orbitale (en mm)	Diamètre (en mm)	Diamètre (en mm)
MGSB 79924	10,10	6,38	30	2,10	5	0 à 4	9	3,61	3,42	3,06
MGSB 25112-1	10,28	6,61	27	2,52	4 à 5	0	8 à 9	3,89	3,72	3,24
MGSB 25112-2	11,33	6,20	27	2,48	4	4	8 à 9	4,38	3,96	3,52
MGSB 16823-1	12,50	6,55	30 / 31	2,90	5	4 à 5	9	4,41	3,74	3,39
MGSB 17271-2	11,34	6,67	-	2,60	4	2 à 3	9	4,13	-	3,25
MGSB 17271-3	13,22	-	-	2,60	4	5 à 6	9 à 10	4,61	-	-
Moyennes	11,46	6,48		2,53				4,17	3,71	3,29

**Nb. pla.** : nombre de plaques par série.

**Nb tub.** : nombre de tubercules primaires par série.

**Nb tub. infra-A.** : nombre de tubercules primaires infra-ambitaux (le tubercule orbital - parfois un peu excentré en dessus l'orbitus - compris) par série.

**Nb tub. supra-A.** : nombre de tubercules primaires supra-ambitaux par série.

**Holotype.** MGSB 79924 (Pls. 3-4 ; Pl. 7, figs. 1-2, 5-6).

**Paratypes.** MGSB 25112-1 (Pl. 5 ; Pl. 7, figs. 3, 7, 9-10 ; Pl. 15, fig. 6), MGSB 25112-2 (Pl. 6 ; Pl. 7, figs. 4, 8).

**Derivatio nominis.** Espèce dédiée à l'Abbé Josep Ramon BATALLER (1890-1962), ancien directeur du Musée géologique du Séminaire de Barcelone et professeur de Paléontologie à l'Université de Barcelone.

**Locus typicus.** Cala del Moro, près de Punta de l'Àliga, au Sud du village d'El Perelló (province de Tarragone).

**Stratum typicum.** Marnes pyriteuses à Plicatules datées de l'Aptien inférieur, partie inférieure de la Zone à *Dufrenoyia furcata*, Sous-zone à *Dufrenoyia furcata*.

**Diagnose :**

- des granules scrobiculaires de taille identique, organisés en un cercle autour des aires scrobiculaires des tubercules des zones orbitales et infra-orbitales ;
- les plaques des zones porifères dont la surface est nettement granuleuse par le développement de nombreuses verrues ;
- l'absence de zones miliaires adradiales, interradianes et perradianes ;
- un disque apical uniformément étendu, nettement relevé sur son pourtour interne ;
- une aire périproctale circulaire à sub-circulaire.

**Description de l'holotype MGSB 79924** (Pls. 3-4 ; Pl. 7, figs. 1-2, 5-6) :

- **Conservation.** Individu presque complet (il manque l'ambulacre 5 et l'interambulacre IV), légèrement déformé latéralement. Le test est d'une excellente conservation. La surface du disque apical est en grande partie masquée par un dépôt d'oxyde ;

- **Tubercules.** Tubercules scrobiculés, crénelés, mamelonnés et perforés. Cônes bien développés, crénelés en leur sommet et supportant un mamelon perforé. Aires scrobiculaires étendues, ornées de côtes rayonnantes très prononcées. Leur extrémité distale supporte un granule bien marqué surmonté d'un petit mamelon, en particulier dans les zones orbitale et infra-orbitale. Ces granules, de taille homogène et régulièrement espacés les uns des autres, s'organisent en un cercle entourant l'aire scrobiculaire. En dessous l'orbitus certains de ces granules scrobiculaires sont plus fortement développés et certains montrent une différenciation en tubercules secondaires, avec cône et mamelon perforé bien distincts. Ces tubercules secondaires de très petite taille s'observent sur la bordure adradiale des majeures. Dans la zone orbitale et infra-orbitale trois côtes parallèles verticales nettement plus saillantes que les côtes rayonnantes, alternant avec trois fossettes scrobiculaires, se développent en dessous le cône des tubercules primaires. En dessus l'orbitus, ces côtes sont bien moins marquées et peu distinguables des autres côtes rayonnantes scrobiculaires ;

- **Interambulacres** (Pl. 4, figs. 1-4). Aires interambulacraires présentant un arrangement bisérié de 9 tubercules sur chaque série. Les aires scrobiculaires sont tangentes ou faiblement confluentes. Dans ce dernier cas, il y a atténuation de la taille des granules scrobiculaires ou disparition de ceux-ci entre deux tubercules consécutifs d'une même série. Zones miliaires adradiales inexistantes, les granules scrobiculaires du côté adradial sont en contact direct avec la zone porifère. Zones miliaires interradianes inexistantes, les deux séries de tubercules étant séparées en dessus l'ambi-

tus par un étroit sillon médian. Quelques très rares granules viennent très localement se greffer aux cercles de granules scrobiculaires au niveau de l'interradius, en dessus de l'ambitus ;

- **Ambulacres** (Pl. 4, figs. 5-6 ; Pl. 7, figs. 1-2, 5-6). Aires ambulacraires droites, composées de majeures trisociées à l'exception de la zone infra-apicale où elles sont vraisemblablement bisociées. **Zones interporifères**. De l'ambitus en se dirigeant vers le péristome s'observe un arrangement unisériel de 5 tubercules. Ces 5 tubercules sont presque parfaitement alignés verticalement les uns en dessous les autres, montrant parfois une légère disposition alterne (cela dépend de l'ambulacre considéré). Chaque tubercule occupe toute la largeur de la zone interporifère et est généralement tronqué sur sa bordure adradiale, l'aire scrobiculaire étant en contact direct avec la zone porifère. Absence de zones miliaires adradiale et perradiale. La zone interporifère supra-ambitale, un peu rétrécie, se caractérise, au niveau de trois ambulacres (sur quatre préservés) par l'absence de tubercules. Au niveau des ambulacres II, III et V les tubercules sont remplacés par un granule émoussé d'aspect et de taille similaire aux granules voisins qui les côtoient (Pl. 7, figs. 2, 6). Les deux étroits demi-ambulacres recouverts de ces granules sont séparés par un sillon médian perradial irrégulier. L'ambulacre I, au contraire, présente des tubercules primaires normalement développés. En suivant la disposition des tubercules en partant de l'apex et en se dirigeant vers le péristome (ce sens est choisi – et non le sens inverse correspondant à l'ordre d'apparition des tubercules au cours de la croissance – pour des raisons de facilité) on s'aperçoit que sur les quatre tubercules primaires supra-ambitaux théoriques le tubercule 4 est absent, les tubercules 1, 2 et 3 étant normalement développés (Pl. 7, figs. 1, 5). **Zones porifères**. Pores circulaires de grande taille, organisés en paire à disposition oblique, les deux pores de chaque paire étant très rapprochés. Surface des plaques plane à légèrement bombée (pores à fleur de test), très granuleuse par le développement de nombreuses verrues, ces verrues étant les plus développées et grandes sur la bordure adapicale (parfaitement visible entre autre sur le paratype MGSB 25112-1 : Pl. 7, figs. 9-10). Un petit granule, surmonté d'un minuscule mamelon, s'observe sur la bordure adradiale des zones orbitale et infra-orbitale, en dessus le pore externe ;
- **Fossettes suturales**. Des fossettes scrobiculaires, au nombre de trois, sont présentes sur la bordure adorale des majeures, en dessous le cône des tubercules. Elles alter-

nent avec les côtes parallèles verticales saillantes qu'elles mettent ainsi en relief. En dessus de l'ambitus, les fossettes scrobiculaires internes (interradiales) s'étendent parfois latéralement par fusion avec des fossettes angulaires peu développées pour atteindre l'interradius (visible sur la Pl. 4, fig. 1) ;

- **Disque apical**. Disque apical uniformément étendu, très redressé sur son pourtour interne. Un dépôt d'oxyde ne permet pas de décrire en détail les plaques génitales et ocellaires qui le composent. Nous pouvons simplement constater que la taille des différentes plaques est homogène et qu'une des plaques ocellaires, en partie observable, montre quelques granules (quatre à cinq) à sa surface.

**Description des paratypes MGSB 25112-1** (Pl. 5 ; Pl. 7, figs. 3, 7, 9-10 ; Pl. 15, fig. 6) **et MGSB 25112-2** (Pl. 6 ; Pl. 7, figs. 4, 8) :

L'étude des deux paratypes permet de compléter la description de l'holotype – notamment concernant le disque apical – et de mettre en évidence certaines variations morphologiques intra-spécifiques au niveau des zones interporifères :

- **Zones interporifères** de MGSB 25112-2 (Pl. 7, figs. 4, 8). Zones interporifères caractérisées par un arrangement unisériel de 8 à 9 tubercules par série. Les tubercules ambitaux et infra-ambitaux, très rapprochés et disposés presque parfaitement verticalement les uns au-dessus les autres, occupent la totalité de la largeur de la zone interporifère. La plupart de ces tubercules sont tronqués sur leur côté adradial, l'aire scrobiculaire ou la base du cône étant directement en contact avec la zone porifère. En dessus l'ambitus les tubercules primaires, au nombre de 4, se caractérisent par leur réduction progressive de taille en se dirigeant vers l'apex. Ces tubercules sont excentrés vers les bordures adradiales et leur disposition est nettement alterne. Quelques granules gravitent autour d'eux. Zones miliaires adradiales et perradiales inexistantes. Les deux demi-ambulacres sont séparés par un sillon perradial ;
- **Zones interporifères** de MGSB 25112-1 (Pl. 7, figs. 3, 7, 9). La tuberculation des zones interporifères en dessus et en dessous l'ambitus étant sensiblement différente, nous les décrivons successivement. *Zone orbitale et infra-orbitale*. L'aspect et la disposition des tubercules infra-ambitaux et ambitaux sont les mêmes que chez MGSB 25112-2. *Zone supra-orbitale*. En dessus l'ambitus, immédiatement au-dessus du gros tubercule orbital, la zone interporifère se rétrécit et se caractérise par l'absence totale de tubercules primaires au niveau des cinq ambulacres. L'étroite zone

interporifère de chaque demi-ambulacre est recouverte de granules émoussés, serrés entre eux et plus ou moins fusionnés, formant deux étroites bandes granuleuses grossières accolées aux zones porifères adjacentes et séparés par un sillon médian perradial ;

- **Disque apical** (Pl. 5, fig. 8 ; Pl. 15, fig. 6). Disque apical bien développé, uniformément étendu, caractérisé par son pourtour interne très relevé. Son contour interne, et donc celui de l'aire périproctale, est circulaire. **Plaques génitales**. Les cinq plaques génitales sont de forme identique, un peu plus longue que large. La madréporite est un peu plus développée. Gonopores circulaires et d'assez grande taille, un peu excentrés vers la bordure externe, au-dessus desquels se développe un net granule situé à mi-distance entre le gonopore et la bordure externe de la plaque. Ce granule est parfois décalé latéralement et non situé à la verticale du gonopore. **Plaques ocellaires**. De formes identiques, les cinq plaques ocellaires présentent un pore circulaire bien développé, situé à l'extrémité de chaque plaque, sans toutefois s'y ouvrir latéralement. Présence d'un granule au-dessus du pore et en dessous, ce dernier étant développé sur la bordure externe de la plaque. La bordure interne des plaques est granuleuse et présente trois à quatre granules alignés, nettement plus distincts ;

- **Périprocte**. Aire périproctale circulaire ;
- **Péristome**. Aire péristomiale circulaire.

**Variations intra-spécifiques**. La principale variation intra-spécifique correspond à la présence ou l'absence de tout ou partie des tubercules primaires supra-ambitiaux selon les exemplaires considérés.

Les variations intra-spécifiques se traduisent également par des variations de la hauteur du test. Les individus dont seule la partie infra-ambulacrale présente des tubercules ont une face supérieure plus élevée et plus bombée, ainsi que des zones porifères un peu plus étroites en dessus l'ambitus (conséquence de l'absence du développement de tubercules primaires supra-ambitiaux) par rapport aux individus possédant des ambulacres tuberculés sur toute leur hauteur.

#### *Hemidiadema malladai* nov. sp.

(Pls. 8-9 ; Pl. 15, fig. 5)

2012 – *Hemidiadema* nov. sp. 1 : CLÉMENT *et al.*, p. 3, Fig. 3.3.

2015 – *Hemidiadema* sp. 1 : SAURA VILAR & GARCÍA VIVES, Pl. 6, fig. 1a-e.

**Matériel étudié**. 15 spécimens, appartenant à la collection CLÉMENT : MNHN.F. A50416, A53463, A53464, A53465, A53466, A53467, A53468, A53469, A53470, A53471, A53472, A53473, A53474, A53475, A53476. Tous ces spécimens proviennent des environs d'Allepuz.

#### Mesures et comptages

Échantillons	Test		Ambulacre				Interambulacre		Périprocte	Péristome
	Diamètre (en mm)	Hauteur (en mm)	Nb. pla.	Largeur orbitale (en mm)	Nb. tub. infra-A.	Nb. tub. supra-A.	Nb. tub.	Largeur orbitale (en mm)	Diamètre (en mm)	Diamètre (en mm)
MNHN.F. A50416	9,86	4,73	27	2,02	5	4 à 5	10	3,56	2,60	3,77
MNHN.F. A53463	10,57	5,43	30	2,10	5 à 6	4 à 5	10 à 11	3,89	3,34	3,56
MNHN.F. A53464	7,74	4,32	23	1,55	5	4	8 à 9	2,77	2,61	3,01
MNHN.F. A53465	8,18	3,88	24	1,78	4 à 5	3 à 4	9	2,96	2,44	3,02
MNHN.F. A53466	8,22	4,59	25	1,92	4 à 5	3 à 4	8 à 9	2,84	2,60	3,00
MNHN.F. A53467	6,85	2,99	22	1,35	4	4	8	2,19	1,75	2,63
MNHN.F. A53468	7,48	4,09	24	1,52	4 à 5	4	9	2,77	2,31	2,98
MNHN.F. A53469	7,69	3,87	22	1,62	4	3 à 4	8 à 9	2,74	2,53	2,84
MNHN.F. A53470	7,72	-	23	1,72	4	3 à 4	8 à 9	3,06	2,29	-
MNHN.F. A53471	11,39	5,01	28	2,29	5	4	10	4,19	3,62	4,17
MNHN.F. A53472	8,49	3,41	24	1,85	4 à 5	3 à 4	8 à 9	2,94	2,10	2,97
MNHN.F. A53473	7,50	-	22	1,64	4	4 à 5	8	2,74	1,92	-
MNHN.F. A53474	6,88	3,25	22	1,40	4 à 5	3 à 4	8	2,45	2,12	2,70
MNHN.F. A53475	6,18	2,67	20	1,45	3	3	7	2,38	1,81	2,29
MNHN.F. A53476	5,07	2,40	18	0,97	3	3	6 à 7	1,86	1,60	2,06
Moyennes	<b>7,96</b>	<b>3,91</b>		<b>1,68</b>				<b>2,88</b>	<b>2,36</b>	<b>2,98</b>

**Nb. pla.** : nombre de plaques par série.

**Nb tub.** : nombre de tubercules primaires par série.

**Nb tub. infra-A.** : nombre de tubercules primaires infra-ambitiaux (le tubercule ambital - parfois un peu excentré en dessus l'ambitus - compris) par série.

**Nb tub. supra-A.** : nombre de tubercules primaires supra-ambitiaux par série.



**Holotype** : MNHN.F. A50416 (Pls. 8-9 ; Pl. 15, fig. 5).

**Derivatio nominis.** Espèce dédiée à Lucas MALLADA Y PUEYO (1841-1921), géologue et paléontologue espagnol.

**Locus typicus.** Allepuz, province de Teruel.

**Stratum typicum.** Marnes calcaires très finement bioclastiques à échinides et brachiopodes appartenant à la formation des Marnes de Forcall, *i.e.*, "Formación Margas de Forcall" (CANÉROT *et al.*, 1982, p. 286-288), datée de l'Aptien inférieur, probablement de la partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et/ou de la partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi*.

**Diagnose :**

- la présence de zones interradiales supra-ambitales garnies de granules miliaires épars ;
- des fossettes suturales scrobiculaires et angulaires nettement développées, formant de profondes dépressions à la surface du test ;
- un disque apical dont la surface est relativement plane, à fleur de test et dont la partie antérieure sub-triangulaire est plus étroite que sa partie postérieure au contour général arrondi ;
- une aire périproctale pyriforme.

**Description de l'holotype MNHN.F. A50416** (Pls. 8-9 ; Pl. 15, fig. 5) :

- **Conservation.** Individu complet, très légèrement déformé (léger écrasement dorso-ventral avec partie apicale un peu enfoncée), d'excellente conservation ;
- **Tubercules.** Tubercules scrobiculés, crénelés, mamelonnés et perforés. Cônes moyennement développés, crénelés en leur sommet, surmontés d'un net mamelon perforé. Aires scrobiculaires étendues, ornées de côtes rayonnantes nombreuses et bien marquées. En dessous le cône s'observent deux - parfois trois - côtes nettement plus saillantes, parallèles et verticales, dont le relief est accentué par le développement entre celles-ci de profondes fossettes scrobiculaires. Les aires scrobiculaires des tubercules de la région orbitale sont entourées par un cercle assez régulier de granules scrobiculaires de petite taille, généralement mamelonnés et régulièrement espacés. En dessus de l'ambitus ces granules sont plus épars et distribués autour des tubercules sans disposition circulaire évidente. En dessous de l'ambitus, du fait de la convergence des tubercules et de l'augmentation de la taille de ces granules, leur nombre diminue et ils ne s'observent que sur les bordures adradiale et interradiale des aires scrobiculaires. Certains de

ces granules scrobiculaires infra-ambitiaux, en particulier ceux situés aux angles des majeures, sont un plus développés ;

- **Interambulacres** (Pl. 9, figs. 1, 5, 7). Aires interambulacraires composées d'un arrangement bisérié de 10 tubercules sur chaque série, tangents à confluent. Zones miliaires interradiales inexistantes en dessous de l'ambitus. En dessus de l'ambitus, une faible zone miliare interradielle se développe, recouverte sur sa bordure de quelques granules épars, identiques aux granules scrobiculaires qu'ils côtoient, sa partie centrale en étant en grande partie dépourvue du fait du développement de profondes dépressions correspondant aux fossettes suturales. Au niveau et en dessous de l'ambitus, un sillon interradiel très étroit sépare les deux séries de tubercules. Zones miliaires adradiales inexistantes sur toute la hauteur des interambulacres, les granules scrobiculaires étant en contact direct avec la zone porifère ;
- **Ambulacres** (Pl. 9, figs. 2-4, 7). Aires ambulacraires droites, composées de majeures trisociées, à l'exception de la zone infra-apicale où elles deviennent vraisemblablement bisociées. **Zones interporifères.** Arrangement unisérié de 9 à 10 tubercules. Les tubercules ambitaux sont les plus gros. En se dirigeant vers le péristome leur taille diminue progressivement alors qu'en se dirigeant vers l'apex, cette diminution est plus brusque. En dessous l'ambitus (Pl. 9, fig. 7) les tubercules occupent toute la largeur de la zone interporifère et sont disposés alignés verticalement les uns en dessus les autres. Ces tubercules ambitaux et infra-ambitiaux sont tronqués sur leur bordure adradiale, l'aire scrobiculaire venant en contact direct avec la zone porifère. Leur côté opposé est intègre et les granules scrobiculaires tangents à la zone porifère. En dessus de l'ambitus (Pl. 9, fig. 4), du fait de la réduction de taille des tubercules, ceux-ci sont moins rapprochés et présentent une disposition alterne plus prononcée. Les cônes de ces tubercules sont directement accolés à la zone porifère. La majeure atuberculée associée à la majeure tuberculée de l'autre série est très étroite, recouverte de quelques granules très serrés. Une dépression perradielle discontinue s'observe plus ou moins bien selon l'ambulacre, résultant de l'interconnexion de fossettes suturales. **Zones porifères.** Zones porifères relativement larges, composées de pores subcirculaires d'assez grande taille, organisés en paire légèrement oblique. La surface des plaques ambulacraires est finement granuleuse par le développement de nombreuses verrues microscopiques. Un

granule s'observe fréquemment sur l'angle adradial des assules, au dessus du pore externe, dans la région ambitale et infra-ambitale. La bordure adapicale "épaissie" – associée au granule précédemment cité – tend à former une sorte de petit bourrelet qui individualise chaque paire de pores ainsi un peu enfoncée ;

- **Fossettes suturales** (Pl. 8, fig. 1). Fossettes suturales très nettement développées au niveau des interambulacres. On distingue :
  - des fossettes suturales scrobiculaires au nombre de trois, parfois quatre, se développant sur la bordure adorale des majeures, en dessous les cônes. Elles sont séparées par des côtes verticales très saillantes qu'elles mettent en relief. Les deux fossettes adradial et interradian sont généralement plus développées que la ou les deux fossettes centrales, généralement plus étroites ;
  - des fossettes suturales angulaires se développant sur l'angle interradian de la bordure adorale de la plupart des majeures supra-ambitales. Celles-ci sont absentes en dessous l'ambitus.

En dessus de l'ambitus, au niveau de la plupart des majeures interambulacraires, la fossette scrobiculaire interradianale et la fossette angulaire adjacente fusionnent, formant ainsi une profonde dépression scrobiculo-angulaire atteignant l'interradius. Le même phénomène s'observe entre une fossette scrobiculaire adradiale et sa fossette angulaire adjacente. Au niveau de l'ambitus, les fossettes suturales angulaires "punctiformes" restent indépendantes des fossettes suturales scrobiculaires. En dessous de l'ambitus, les fossettes suturales angulaires sont absentes. Seules les fossettes suturales scrobiculaires persistent, découpant profondément la base du cône et l'aire scrobiculaire en deux à trois côtes étroites très saillantes.

Au niveau des ambulacres, en dessus de l'ambitus, ces fossettes sont moins évidentes. Il y a probablement des interconnexions entre fossettes scrobiculaires adradiales et fossettes angulaires adjacentes dessinant formant en partie une dépression perradianale discontinue, plus ou moins visibles selon l'ambulacre considéré ;

- **Disque apical** (Pl. 9, fig. 6 ; Pl. 15, fig. 5). Disque apical à surface relativement plane et à fleur de test, recouvert de très petites verrues éparses et de quelques granules. Sa partie antérieure sub-triangulaire est plus étroite que sa partie postérieure au contour général arrondi. De ce fait, son

contour interne – et donc celui de l'aire périproctale – est pyriforme. **Plaques génitales**. Plaques génitales 1, 2, 3 et 4 de forme et de taille identiques, aussi haute que large. La plaque génitale 5 a un contour externe plus triangulaire et un contour interne plus arqué. Gonopore circulaire de grande taille, excentré vers la bordure externe de la plaque. Immédiatement au dessus du pore, sur sa bordure même, s'observe un net petit granule excentré, la plaque génitale 5 en étant dépourvu. **Plaques ocellaires**. Plaques ocellaires II, III et V de forme identique. Un petit pore s'ouvre latéralement sur leur bordure. Leur surface est bosselée et présente généralement dans leur partie centrale un groupement de 4 à 5 granules. Plaques ocellaires I et IV sont plus étroites, avec une bordure interne plus redressée, carénée ;

- **Périprocte**. Aire périproctale allongée selon l'axe antéro-postérieur, pyriforme.
- **Péristome**. Aire péristomiale circulaire.

**Variations intraspécifiques**. Selon les individus les granules miliaires des zones miliaires ambitales et supra-ambitales sont plus ou moins denses et les fossettes suturales angulaires plus ou moins profondes, mais toujours nettement marquées. Il existe également un certain continuum dans la forme de l'aire périproctale, variant de pyriforme à simplement ovale, selon les individus.

#### ***Hemidiadema forcallensis* nov. sp.**

(Pls. 10-11 ; Pl. 15, fig. 7)

- ? 1928 – *Hemidiadema rugosum* : LAMBERT, p. 149.
- 2000 – *Hemidiadema rugosum* : SAURA VILAR & GARCÍA VIVES, p. 18, Pl. III, figs. 23-24.
- 2003 – *Hemidiadema rugosum* : VILLALBA CURRÁS, p. 76, Pl. 2, figs. 14-16.
- 2007 – *Hemidiadema rugosum* : SAURA VILAR *et al.*, photo n° 25.
- pars* 2008 – *Glyphocyphus rugosum* : MORENO-BEDMAR *et al.*, p. 159.
- 2008 – *Hemidiadema rugosa* : RICHTER, p. 6, 21 ; photos 35-36.
- 2012 – *Hemidiadema* nov. sp. 4 : CLÉMENT *et al.*, p. 3, Fig. 3.5.
- 2015 – *Hemidiadema* sp. : SAURA VILAR & GARCÍA VIVES, Pl. 5, fig. 1a-e.

**Matériel étudié**. Les 16 individus les mieux préservés ont été étudiés : MNHN.F. A50417, A53477, A53478, A53479, A53480, A53481, A53482, A53483, A53484, A53485, A53486, A53487, A53488, A53489 (coll. CLÉMENT) ; MGSB 79945, 79946 (coll. FERRER). Tous ces individus proviennent des marnes pyriteuses datées de l'Aptien inférieur, partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et de la partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi* des environs de Forcall.

**Holotype**. MNHN.F. A50417 (Pls. 10-11 ; Pl. 15, fig. 7).

**Derivatio nominis.** Fait référence à la région de Forcall (province de Castellón) d'où proviennent tous les spécimens étudiés.

**Locus typicus.** Mas del Roc, près de Forcall (province de Castellón).

**Stratum typicum.** Marnes pyriteuses de l'Aptien inférieur, *i.e.*, "Formación Margas de Forcall" (CANÉROT *et al.*, 1982, p. 286-288), datées de la partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et de la partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi*.

#### Diagnose :

- sa très petite taille, dépassant rarement 6 mm de diamètre ;
- un nombre de tubercules ambulacraires et interambulacraires supra-ambitiaux par série très faible (1 à 2, rarement 3) ;
- le pourtour interne du disque apical est redressé ;
- une aire périproctale très étendue.

#### Mesures et comptages

Échantillons	Test		Ambulacre			Interambulacre		Périprocte	Péristome	
	Diamètre (en mm)	Hauteur (en mm)	Nb. pla.	Largeur orbitale (en mm)	Nb. tub. infra-A.	Nb. tub. supra-A.	Nb. tub.	Largeur orbitale (en mm)	Diamètre (en mm)	Diamètre (en mm)
MNHN.F. 50417	5,75	2,96	20	1,25	4 à 5	2	7	2,00	2,47	1,95
MNHN.F. A53477	5,33	2,60	19	1,17	4	1 à 2	7	1,95	-	1,89
MNHN.F. A53478	5,35	2,50	18	1,16	4	1 à 2	7	1,79	1,83	1,78
MNHN.F. A53479	6,23	3,05	21	1,36	4 à 5	2 à 3	7 à 8	2,21	2,54	2,05
MNHN.F. A53480	5,54	2,49	-	1,20	4	2	7	1,93	2,03	-
MNHN.F. A53481	4,89	2,59	18	1,13	4 à 5	2	7	1,76	2,18	1,75
MNHN.F. A53482	4,73	2,30	-	1,01	4	1 à 2	6 à 7	1,63	1,73	-
MNHN.F. A53483	5,61	2,52	-	1,03	4	1 à 2	7	1,96	-	1,97
MNHN.F. A53484	4,38	2,27	17	0,85	4	2	7	1,48	1,62	1,55
MNHN.F. A53485	4,11	1,92	15 / 16	0,83	4	1	6	1,42	1,84	1,57
MNHN.F. A53486	5,39	2,40	19	1,21	4 à 5	1 à 2	7	1,86	2,06	1,80
MNHN.F. A53487	5,90	2,93	20	1,27	4	2	7	2,00	2,09	2,13
MNHN.F. A53488	6,54	3,06	21	1,32	4 à 5	2	7	2,35	2,44	2,03
MNHN.F. A53489	5,24	2,21	-	1,23	4	2	7	1,76	1,93	1,72
MGSB 79945	6,03	3,25	19	1,37	4	2 à 3	7 à 8	2,03	2,20	2,00
MGSB 79946	5,94	2,95	18	1,26	4	2	7	1,90	2,09	1,98
Moyennes	5,37	2,62		1,18				1,88	2,07	1,87

**Nb. pla.** : nombre de plaques par série.

**Nb tub.** : nombre de tubercules primaires par série.

**Nb tub. infra-A.** : nombre de tubercules primaires infra-ambitiaux (le tubercule orbital - parfois un peu excentré en dessus l'ambitus - compris) par série.

**Nb tub. supra-A.** : nombre de tubercules primaires supra-ambitiaux par série.

#### Description de l'holotype MNHN.F A50417 (Pls. 10-11 ; Pl. 15, fig. 7) :

- **Tubercules.** Tubercules scrobiculés, crénelés, mamelonnés et perforés. Le sommet des cônes est nettement crénelé, ornés de 7 à 8 crénelures fortement développées. Un mamelon arrondi et perforé surmonte le cône. Les aires scrobiculaires sont moyennement développées, elles le sont le plus à l'ambitus. L'aire scrobiculaire est parcourue de côtes rayonnantes épaisses et marquées, principalement dans la zone orbitale. Ces côtes rayonnantes se terminent à leur extrémité distale par un granule. L'ensemble de ces granules, de taille assez homogène, sont régulièrement espacés les uns des autres et montrent une disposition circulaire autour de l'aire scrobiculaire. Les

granules scrobiculaires situés aux angles adradiaux et interradians inférieurs et supérieurs de la plupart des majeures orbitales et sous-orbitales sont un peu plus gros et surmontés d'un petit mamelon. En dessus l'ambitus, les granules scrobiculaires sont plus épars. On en compte seulement quelques-uns autour du cône, sans former de cercle. A l'aplomb des cônes, deux à trois côtes, plus étroites, verticales et parallèles entre elles séparent des fossettes suturales scrobiculaires ;

- **Interambulacres** (Pl. 10, figs. 1-2, 9-11 ; Pl. 11, figs. 2-3). Aires interambulacraires composées d'un arrangement bisérié de 6 à 8 tubercules primaires sur chaque série, 7 en moyenne. En dessus l'ambitus, le nombre de tubercules par série est faible,

généralement au nombre de 2. Les tubercules sont tangents à légèrement confluents, avec disparition ou réduction de taille des granules scrobiculaires situés entre deux tubercules consécutifs d'une même série. Aires miliaires adradiales et interradianes inexistantes, à l'exception de la région supra-ambitale où une très étroite aire miliaire interradiane se développe parfois, essentiellement par disparition des granules scrobiculaires autour des tubercules. Celle-ci est dépourvue de granules miliaires. Quelques rares granules s'insèrent parfois au niveau de l'interradius ou s'intercalent entre le côté adradial des tubercules et la zone porifère. Les deux demi-ambulacres sont généralement séparés par un très étroit sillon interradiane, visible au dessus de l'ambitus uniquement ;

- **Ambulacres** (Pl. 10, figs. 3-6 ; Pl. 11, fig. 4). Aires ambulacraires droites, composées de majeures trisociées, à l'exception de la zone infra-apicale où elles deviennent vraisemblablement bisociées. **Zones interporifères**. Les zones interporifères sont ornées d'un arrangement unisériel de 6 à 7 tubercules, avec généralement seulement 1 à 2 tubercules en dessus l'ambitus, rarement plus (3 au maximum). En se dirigeant de l'ambitus vers le péristome, la taille des tubercules diminue progressivement. Ces tubercules sont presque parfaitement disposés verticalement les uns au dessus des autres. Ils occupent toute la largeur de la zone interporifère et sont tronqués dans leur partie adradiale, l'aire scrobiculaire venant en contact avec la zone porifère. En dessus l'ambitus, la taille des tubercules se réduit plus brusquement. Ces tubercules supra-ambitiaux montrent généralement une disposition alterne. **Zones porifères**. Les zones porifères sont composées de paires de pores circulaires à sub-circulaires de grande taille, assez rapprochés ;

- **Fossettes suturales**. Les seules fossettes suturales observables sont les fossettes suturales scrobiculaires. Celles-ci, très étroites, se développent sur la bordure adorale des majeures en dessous les cônes des tubercules ambitaux et infra-ambitiaux et sont séparées par 2 à 3 côtes verticales saillantes.
- **Disque apical** (Pl. 11, fig. 1 ; Pl. 15, fig. 7). Disque apical plus étroit dans sa partie antérieure que dans sa partie postérieure et dont le pourtour interne est redressé. La surface des plaques du disque apicale est granuleuse par le développement de nombreuses petites verrues. **Plaques génitales**. Les plaques génitales 1, 2, 3 et 4 ont une forme identique. Un granule s'observe au dessus du gonopore. La plaque génitale 5 est plus étroite, sa bordure interne plus relevée et saillante. **Plaques ocellaires**. Les plaques ocellaires II, III et V ont une forme identique, recouvertes par deux à quatre granules. Les plaques I et IV sont très étroites, leur bordure interne étant plus relevée et saillante. Elle présente également trois à quatre granules alignés dans leur partie médiane ;
- **Périprocte**. Aire périproctale très étendue, ovale ;
- **Péristome**. Aire péristomiale circulaire.

#### *Hemidiadema* sp. A

(Pls. 12-13-14 ; Pl. 15, fig. 8)

2012 - *Hemidiadema* nov. sp. 3 : CLÉMENT *et al.*, p. 3, Fig. 3.4.

**Matériel étudié**. Un unique individu : MNHN.F. A50418. Cet individu provient des marnes pyriteuses datées de l'Aptien inférieur, partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et de la partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi*, de Mola d'en Camaràs, près de Forcall (province de Castellón).

#### Mesures et comptages

Échantillons	Test		Ambulacre				Interambulacre		Périprocte	Péristome
	Diamètre (en mm)	Hauteur (en mm)	Nb. pla.	Largeur orbitale (en mm)	Nb. tub. infra-A.	Nb. tub. supra-A.	Nb. tub.	Largeur orbitale (en mm)	Diamètre (en mm)	Diamètre (en mm)
MNHN.F. A50418	12,96	-	-	3,10	5 visibles, probablement 6 à 7	4 à 5	8 visibles, probablement 10	4,67	4,01	-

**Nb. pla.** : nombre de plaques par série.

**Nb tub.** : nombre de tubercules primaires par série.

**Nb tub. infra-A.** : nombre de tubercules primaires infra-ambitiaux (le tubercule ambital - parfois un peu excentré en dessus l'ambitus - compris) par série.

**Nb tub. supra-A.** : nombre de tubercules primaires supra-ambitiaux par série.

### Description

- **Conservation.** Test complet, écrasé dorso-ventralement, d'excellente conservation ;
- **Tubercules.** Tubercules scrobiculés, crénelés, mamelonnés et perforés. Cônes lisses, bien développés, crénelés en son sommet, supportant un net mamelon muni d'un très petit pore. Aires scrobiculaires assez bien développées au niveau des tubercules ambitaux et infra-ambitiaux, ornées de côtes rayonnantes épaisses bien marquées. En dessus l'ambitus, les aires scrobiculaires se réduisent très sensiblement. L'extrémité de chaque côte rayonnante supporte un granule surmonté d'un net mamelon, toujours bien visible. Ce mamelon est d'autant plus net que l'on se dirige en direction de la face orale. Certains de ces granules émergent par leur plus fort développement, principalement sur la bordure adradiale des scrobicules infra-ambitiaux, où certains tendent à s'individualiser en minuscules tubercules secondaires près de la bordure péristomiale. En dessus l'ambitus ces granules, plus épars et moins rapprochés, se distribuent irrégulièrement autour du cône sans organisation circulaire nette. A l'aplomb du cône des tubercules primaires ambitaux et infra-ambitiaux s'observent généralement 3 à 4 côtes parallèles verticales plus étroites et nettement plus saillantes séparant d'étroites fossettes suturales scrobiculaires. En dessus de l'ambitus, du fait de la réduction des aires scrobiculaires, ces côtes verticales sont bien moins observables, car très courtes, très rapprochées et moins saillantes ;
- **Interambulacres** (Pl. 12, figs. 6-9 ; Pl. 13, figs. 1-2 ; Pl. 14, figs. 3-5). Aires interambulacraires composées d'un arrangement bisérié de probablement 10 tubercules primaires sur chaque série (8 sont parfaitement visibles, deux autres supposés en bordure péristomiale ne le sont pas à cause de la gangue qui obstrue cette région du test). En dessus de l'ambitus (Pl. 14, fig. 3) la taille des tubercules diminue progressivement en se rapprochant de l'apex (s'accompagnant d'une réduction et disparition de l'aire scrobiculaire), de même en dessous de l'ambitus en se dirigeant vers le péristome mais moins rapidement et les tubercules restant toujours nettement scrobiculés. Les tubercules sont tangents à légèrement confluent au niveau de l'ambitus et sous l'ambitus, la taille des granules scrobiculaires entre deux tubercules consécutifs d'une même série s'atténue alors très sensiblement. Dans la zone ambitale (Pl. 14, fig. 5) et infra-ambitale (Pl. 14, fig. 4) il y a absence de zones milières interradianes, les deux séries de

tubercules étant séparées par un étroit sillon interradié lisse. Au dessus de l'ambitus se développe une zone milière interradiée. Quelques granules milières épars côtoyant les granules scrobiculaires s'y observent, mais la majeure partie de la surface des zones milières interradianes est dépourvue de granules et sculptée de dépressions elliptiques transversales correspondant aux fossettes suturales. Aucune zone milière adradiale n'est observable sur toute la hauteur des interambulacres, les granules scrobiculaires des tubercules étant en contact avec la zone porifère ;

- **Ambulacres** (Pl. 12, figs. 2-5 ; Pl. 13, figs. 3-6 ; Pl. 14, figs. 1-2). Aires ambulacraires droites, relativement larges (largeur A / largeur IA = 0,62) composées de majeures trisociées qui à partir de la mi-hauteur de la partie supra-ambitale et jusqu'à l'apex deviennent vraisemblablement bisociées. **Zones interporifères.** Zones interporifères composées d'un arrangement unisérié de probablement 10, voir 11 tubercules (8 sont parfaitement visibles, 2 ou 3 autres supposés en bordure péristomiale ne le sont pas à cause de la gangue qui obstrue cette région du test). Au dessus de l'ambitus (Pl. 12, figs. 1-2) la taille des tubercules se réduit assez brusquement puis progressivement, pour devenir minuscules pour ceux situés immédiatement en dessous le disque apical. La disposition de ces tubercules est très variable selon l'ambulacre considéré : tubercules alignés verticalement ou en disposition alterne. Les tubercules, qu'ils soient tous situés du même côté ou montrant une disposition alterne, sont tous accolés à la zone porifère, ce qui se traduit par l'absence de zone milière adradiale. Les majeures sans tubercules associées aux majeures tuberculées sont réduites à leur zone porifère et à une surface interporifère très restreinte, recouverte de quelques granules serrés (2 à 3) les uns aux autres. Dans la zone perradiée supra-ambitale, un sillon plus ou moins régulier sépare les deux demi-ambulacres, localement élargi par le développement de fossettes suturales angulaires. Dans la zone ambitale (Pl. 13, figs. 3-5) et infra-ambitale (Pl. 13, fig. 6) les tubercules occupent toute la largeur de l'ambulacre, avec une disposition verticale les uns en dessous les autres ou légèrement alternes, selon l'ambulacre considéré. Les aires scrobiculaires sont pour la plupart tronquées dans leur partie adradiale, celles-ci ou la base du cône venant en contact direct avec la zone porifère. **Zones porifères** (Pl. 14, figs. 1-2, 6). Zones porifères larges, avec pores organisés en paires obliques. Les deux pores de chaque paire sont de taille relativement petite et écartés. Les pores

internes (perradiaux) sont subcirculaires alors que les pores externes (adradiaux) ont une forme généralement plus allongée et une disposition nettement plus oblique. La surface des assules est plane à légèrement bombée, densément recouvertes de verrues microscopiques, en particulier au niveau des bordures adapicales. Les pores sont à fleur de test. Dans la zone ambitale et infra-ambitale, en dessus le pore adradial, l'angle supérieur externe de l'assule supporte généralement un granule ;

- **Fossettes suturales.** Dans la zone ambitale et infra-ambitale des aires interambulacraires et ambulacraires, des fossettes suturales scrobiculaires nettement marquées sont observables. Elles se développent sur la bordure adorale des majeures, en dessous chaque cône, au nombre de 3 à 4, séparées par des côtes parallèles verticales saillantes. En dessus l'ambitus ces fossettes et les côtes saillantes associées les séparant sont nettement moins visibles de par la réduction sensible des aires scrobiculaires. On observe par contre sur la bordure adorale interradielle des majeures des dépressions semi-elliptiques peu profondes, sculptant la surface de la zone miliare interradielle et atteignant l'inter-radius. Elles correspondent chacune vraisemblablement à la fusion d'une fossette suturale angulaire avec la fossette suturale scrobiculaire interradielle adjacente. Du côté opposé (adradial), ces dépressions, moins étendues, sont également présentes, partant de la base du cône pour atteindre la bordure de la zone porifère. Au niveau des ambulacres, les phénomènes de fusion d'une fossette suturale angulaire avec la fossette suturale scrobiculaire perradielle adjacente sont difficilement identifiables ;
- **Disque apical** (Pl. 13, fig. 10 ; Pl. 15, fig. 8). Disque apical à surface plane, à fleur de test. Dans sa partie postérieure le disque est uniformément étendu et son contour général arrondi. Dans sa partie antérieure le disque est beaucoup moins étendu du fait de la plus grande étroitesse des plaques et son contour général est sub-triangulaire. L'ensemble de sa surface est très finement et densément granuleuse par le développement de très nombreuses verrues. **Plaques génitales.** Les plaques génitales 1, 3 et 4 ont une forme identique, percée en leur centre d'un gonopore circulaire de grande taille, au dessus immédiat duquel s'observe un net granule. La plaque génitale 2 (madréporite) est d'une forme sensiblement identique aux plaques précédentes, un peu plus grande et bombée. Son gonopore est beaucoup plus petit et excentré vers la bordure de la plaque. La plaque génitale 5

se distingue des autres plaques génitales par sa forme en "boomerang". Elle est percée en son centre d'un pore génital mais aucun granule ne s'observe en arrière de celui-ci. **Plaques ocellaires.** Les plaques ocellaires II, III et IV ont une forme identique. Un pore de taille moyenne s'observe à l'extrémité de la plaque, encadré par deux granules, l'un situé en arrière immédiat et le second à l'opposé, sur le bord externe de la plaque. Leur surface supporte quelques granules. Les plaques I et V sont très étroites, leur bordure interne, relevée et saillante, présentant trois à quatre granules alignés ;

- **Périprocte.** Aire périproctale allongée selon l'axe antéro-postérieur, pyriforme ;
- **Péristome.** Non observable car encroûté de gangue.

## 6. Discussion

### 6.1. Différences et affinités (Fig. 3)

- ***Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846**, de par ses caractéristiques (CLÉMENT, 2013, p. 10-14) se distingue très nettement d'*H. neocomiense* (COTTEAU, 1869) et des nouveaux taxons précédemment décrits.
- ***Hemidiadema batalleri* nov. sp.** de par ses caractéristiques – granules scrobiculaires de taille très homogène organisés en un cercle autour de l'aire scrobiculaire des tubercules ambitaux et infra-ambitiaux, l'absence de toute zone miliare (adradiale, interradielle et perradielle), ainsi que le pourtour interne de son disque apical circulaire et très relevé – se distingue facilement des autres espèces.
- ***Hemidiadema malladai* nov. sp.** diffère :
  - d'*H. batalleri* nov. sp. par ses granules scrobiculaires de taille plus variable et moins organisés autour des aires scrobiculaires ; par la présence d'étroites zones miliaires interradielles garnies de quelques granules miliaires épars et par le plus fort développement de ses fossettes scrobiculaires ; par la présence de très nettes fossettes angulaires ; par son disque apical à surface plane à fleur de test, contrairement à celui d'*H. batalleri* nov. sp. dont le pourtour interne est très relevé ; par son aire périproctale pyriforme (circulaire chez *H. batalleri* nov. sp.) ;
  - d'*H. neocomiense* (COTTEAU, 1869) par la taille de ses tubercules proportionnellement plus petite ; par la présence de zones miliaires ambitales et supra-ambitales (celles-ci étant inexistantes chez *H. neocomiense*) ; par son disque apicale moins "robuste", nettement plus à fleur de test ;

- d'*H. rugosum* AGASSIZ, 1846, par son nombre de tubercules primaires par série plus faible, par ses granules miliars moins nombreux et moins densément répartis ; par ses zones porifères proportionnellement plus larges et garnies de paires de pores de bien plus grande taille ; par son aire périproctale pyriforme (circulaire à subcirculaire chez *H. rugosum*).
- ***Hemidiadema forcallensis* nov. sp.** a été rapportée à l'espèce *rugosum* d'AGASSIZ. De nombreux points distinguent pourtant ces deux espèces :
  - le nombre de tubercules par série est nettement inférieur à 10 chez *H. forcallensis* nov. sp. (7 en moyenne) alors qu'il est toujours supérieure à 10 chez *H. rugosum* (11 en moyenne), cette différence se faisant surtout en dessus de l'ambitus (1 à 2 tubercules primaires supra-ambitiaux par série chez *H. forcallensis* nov. sp. contre 5 à 6 chez *H. rugosum*) ;
  - son disque apical est redressé sur sa bordure interne contrairement au disque apical d'*H. rugosum* dont la surface bosselée est uniformément plane ;
  - l'absence totale de zones miliars (adradiales, interradianes, perradianes) et ainsi de granules miliars, contrairement à *H. rugosum* chez qui des zones miliars perradianes et surtout interradianes recouvertes de granules miliars se développent en dessus l'ambitus ;
  - l'absence de fossettes suturales angulaires et de larges dépressions interradianes contrairement à *H. rugosum* où elles sont fortement développées.

D'une manière générale *Hemidiadema forcallensis* nov. sp. ne peut être confondue avec aucune autre espèce actuellement connue, en particulier en raison du faible nombre de tubercules primaires ambulacraires supra-ambitiaux.

Espèces [Nb. indiv.]	Test		Ambulacres				Interambulacres		Périprocte		Péristome		
	Diamètre (en mm)	Hauteur (en mm)	Nb. pla.	Largeur orbitale (en mm)	Nb. tub. infra-A.	Nb. tub. supra- A.	Nb. tub.	Largeur orbitale (en mm)	A / IA	Ø (en mm)	Ø / Ø test	Ø (en mm)	Ø / Ø test
<i>H. rugosum</i> (Grandpré (*) + Alcoraia) [7]	6,90 à 10,23 <b>8,28</b>	3,62 à 5,60 <b>4,81</b>	25 à 27	1,51 à 2,18 <b>1,76</b>	5 à 6	5 à 6	11 à 13	2,38 à 3,70 <b>2,86</b>	0,62	1,80 à 2,84 <b>2,09</b>	0,25	-	-
<i>H. neocomiense</i> (néotype) (*)	8,48	5,14	24 à 25	1,9	5	3 à 4	9	3,1	0,61	2,12	0,25	2,95	0,35
<i>H. batalleri</i> [6]	10,10 à 13,22 <b>11,46</b>	6,20 à 6,67 <b>6,48</b>	27 à 31	2,10 à 2,90 <b>2,53</b>	3 à 5	0 à 6	8 à 10	3,60 à 4,61 <b>4,17</b>	0,61	3,42 à 3,96 <b>3,71</b>	0,32	3,06 à 3,52 <b>3,29</b>	0,29
<i>H. malladai</i> [15]	5,07 à 11,39 <b>7,96</b>	2,40 à 5,01 <b>3,91</b>	18 à 30	0,97 à 2,29 <b>1,68</b>	3 à 6	3 à 5	6 à 11	1,86 à 4,19 <b>2,88</b>	0,58	1,60 à 3,62 <b>2,36</b>	0,3	2,06 à 4,17 <b>2,98</b>	0,37
<i>H. forcallensis</i> [16]	4,11 à 6,54 <b>5,37</b>	1,92 à 3,25 <b>2,62</b>	15 à 21	0,83 à 1,37 <b>1,18</b>	4 à 5	1 à 3	6 à 8	1,42 à 2,35 <b>1,88</b>	0,63	1,62 à 2,47 <b>2,07</b>	0,38	1,55 à 2,13 <b>1,87</b>	0,35
<i>Hemidiadema</i> sp. A [1]	12,96	-	-	3,1	6 à 7	4 à 5	10	4,67	0,66	4,01	0,31	-	-

**Figure 3:** Tableau résumant les différents comptages et mesures réalisés sur les individus étudiés dans le présent travail et dans l'étude de CLÉMENT, 2013 (\*).

**Nb. pla.** : nombre de plaques par série.

**Nb tub.** : nombre de tubercules primaires par série.

**Nb tub. infra-A.** : nombre de tubercules primaires infra-ambitiaux (le tubercule orbital - parfois un peu excentré en dessus l'ambitus - compris) par série.

**Nb tub. supra-A.** : nombre de tubercules primaires supra-ambitiaux par série.

**A** : largeur de l'ambulacre au niveau de l'ambitus.

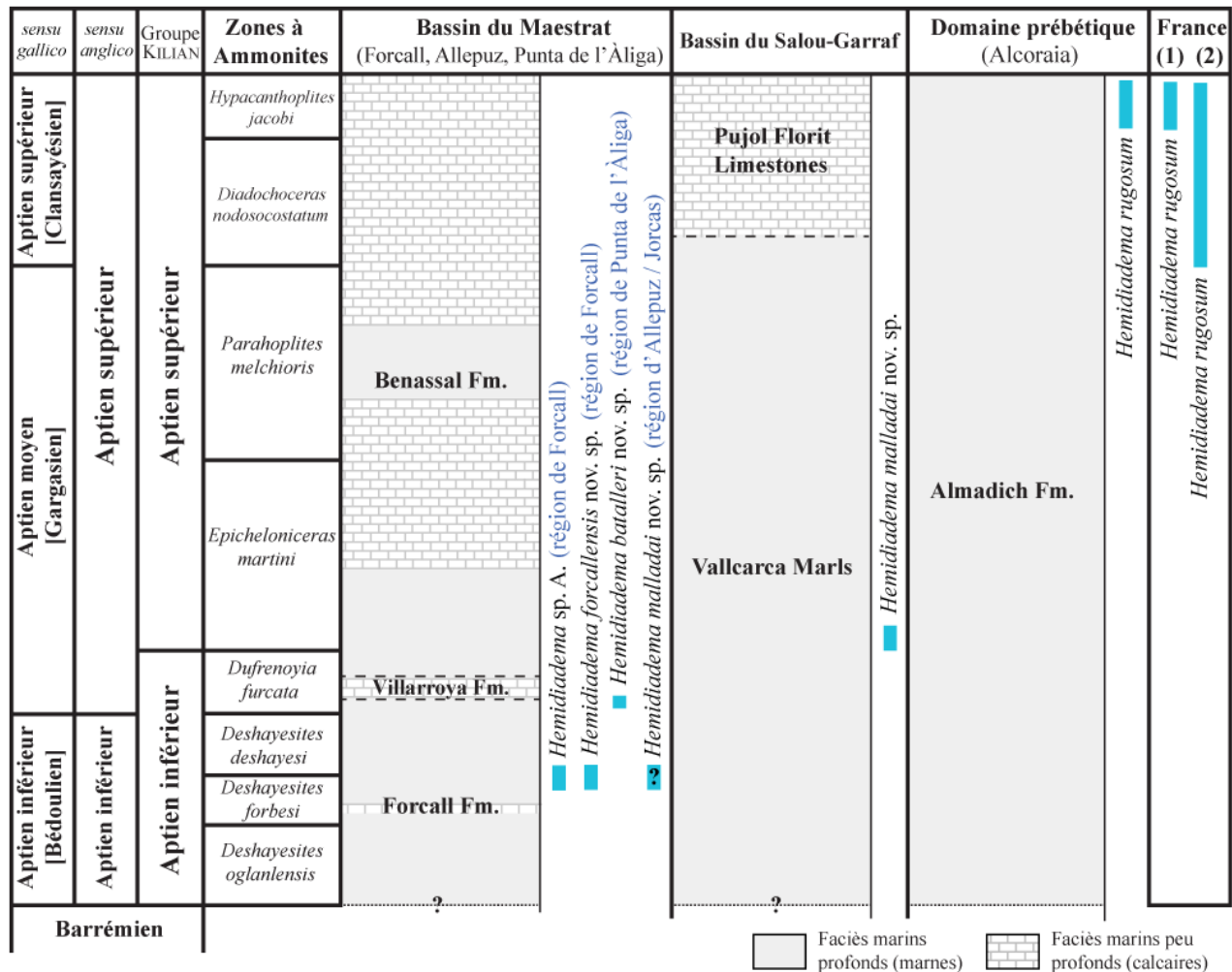
**IA** : largeur de l'interambulacre au niveau de l'ambitus.

**A / IA** : rapport entre les largeurs de l'ambulacre et de l'interambulacre, prises au niveau de l'ambitus.

**Ø** : diamètre.

[Nb. indiv.] : nombre d'individus étudiés et mesurés.

Valeurs en gras : moyennes.



**Figure 4:** Distribution verticale et répartition régionale des différentes espèces étudiées (lithostratigraphie d'après GARCÍA *et al.*, 2014, et biozonation ammonitique d'après REBOULET & SZIVES, 2014, et BULOT *et al.*, 2014).

*sensu gallico* : division tripartite de l'Aptien (MOULLADE *et al.*, 2004, 2004).

*sensu anglico* : division bipartite de l'Aptien (MOULLADE *et al.*, 2011).

Groupe KILIAN : division bipartite de l'Aptien (REBOULET & SZIVES, 2014).

(1) : Le Teil, Ardèche, Sud-Est de la France (CLÉMENT, *in prep.*).

(2) : Clansayésien de Grandpré, Ardennes, Bassin parisien (CLÉMENT, 2013).

- ***Hemidiadema sp. A*** dans sa morphologie générale se rapproche beaucoup d'*H. malladai* nov. sp. et pourrait en constituer un individu de grande taille. L'unique spécimen disponible semble s'en distinguer toutefois par quelques détails : ses zones miliaires interradianales au dessus de l'ambitus plus larges, garnies de granules moins nombreux et plus épars ; ses fossettes suturales angulo-scrubiculaires étendues mais moins marquées (peu profondes) ; par la taille, la forme et la disposition des pores des zones porifères ; par la surface des plaques ambulacraires légèrement bombées avec des pores à fleur de test. Un seul spécimen de cet *Hemidiadema* de grande taille ayant été trouvé, il nous est difficile de le rattacher avec certitude à l'espèce *malladai* nov. sp. ou à une nouvelle espèce.

## 6.2. Répartitions géographique et stratigraphique (Fig. 4)

- ***Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846.** L'exemplaire ici décrit – unique exemplaire connu en Espagne – provient du sommet de l'Aptien supérieur de Loma de Casa lo Bolini, dépression de l'Alcoraia (province d'Alicante). En France l'espèce est également connue dans l'Aptien supérieur (Clansayésien) de Grandpré (Ardennes) (CLÉMENT, 2013) et du Teil près de Montélimar (Ardèche) (CLÉMENT, *in prep.*).
- ***Hemidiadema batalleri* nov. sp.** n'est actuellement connue que dans les marnes pyriteuses à Plicatules datées du sommet de l'Aptien inférieur (Zone à *Dufrenoyia furcata*, Sous-zone à *Dufrenoyia furcata*) de Cala del Moro, près de Punta de l'Àliga, au Sud du village d'El Perelló (province de Tarragone).



- ***Hemidiadema malladai* nov. sp.** n'est connue que dans les environs d'Allepuz et de Jorcas où elle n'est pas rare. Tous les individus proviennent de marnes calcaires finement bioclastiques mal datées, mais appartenant aux Marnes de Forcall ("Formación Margas de Forcall"). Un exemplaire (coll. Blesa) a également été trouvé dans la Zone à *Epicheloniceras martini* du Massif du Garraf (province de Barcelone).
- ***Hemidiadema forcallensis* nov. sp.** n'est connue actuellement que dans les marnes pyriteuses de l'Aptien inférieur, i.e., "Formación Margas de Forcall" (CANÉROT *et al.*, 1982, p. 286-288), datées de la partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et de la partie basale de la Zone à *Deshayesites deshaysi* des environs de Forcall et de Morella (province de Castellón).
- ***Hemidiadema* sp. A** – connue que par un seul individu – provient des niveaux pyriteux à *Hemidiadema forcallensis* nov. sp. ("Formación Margas de Forcall", partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et partie basale de la Zone à *Deshayesites deshaysi*) de Mola d'en Camaràs, près de Morella (province de Castellón).

### 6.3. Paléoécologie des espèces

La terminologie utilisée pour définir les relations paléoécologiques des espèces en fonction de la nature (texture, granulométrie, ...) du substrat suit PICARD (1965).

- ***Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846.** L'exemplaire connu en Espagne provient d'un niveau clastique (lithoclastes et/ou bioclastes arrondis visibles dans la gangue adhérent au fossile), tout comme les rares exemplaires connus en France ["Minerai de fer du Bois des Loges" près de Grandpré (Ardennes) formé de très nombreux lithoclastes roulés de silice, de limonite et de glauconie emballés dans un ciment argileux (CLÉMENT, 2013) ; "Grès glauconieux à *Discoïdes decoratus*" de l'Aptien supérieur du Teil près de Montélimar (Ardèche, France)]. Dans ces trois localités où l'espèce a été trouvée, les formations sédimentaires correspondent toutes à d'anciens substrats où la fraction de lithoclastes et bioclastes est nettement dominante. Il en résulte de ce constat qu'*H. rugosum* serait une espèce gravellicole.
- ***Hemidiadema batalleri* nov. sp. :** Tous les exemplaires connus proviennent de marnes à fossiles pyriteux dépourvues de bioclastes. *H. batalleri* nov. sp. est ainsi une espèce vasicole

stricte.

- ***Hemidiadema malladai* nov. sp. :** Tous les exemplaires proviennent de marnes calcaires finement bioclastiques. *H. malladai* nov. sp. est ainsi une espèce vasicole.
- ***Hemidiadema forcallensis* nov. sp. :** Les individus connus proviennent tous des marnes à fossiles pyriteux des Marnes de Forcall. *H. forcallensis* nov. sp. est ainsi une espèce vasicole.

## 7. Conclusion

Le présent travail a permis de démontrer que, contrairement aux citations antérieures (LAMBERT, 1928 ; VILLALBA CURRÁS, 1991, 2003 ; SAURA VILAR *et al.*, 2000, 2007 ; RICHTER, 2008 ; MORENO-BEDMAR *et al.*, 2008), les *Hemidiadema* de l'Aptien d'Espagne n'appartiennent pas à l'espèce *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846. L'absence d'études comparatives ainsi qu'une méconnaissance de l'espèce d'AGASSIZ liée à une description originale très succincte de son auteur (AGASSIZ, 1846, p. 351 ; CLÉMENT, 2013) ont conduit à des confusions et des attributions spécifiques inappropriées.

L'étude des *Hemidiadema* récoltés en différentes localités aptiennes d'Espagne et leur comparaison avec les deux principales espèces connues de ce genre [*H. rugosum* AGASSIZ, 1846, et *H. neocomiense* (COTTEAU, 1869)] du Crétacé inférieur de la bordure orientale du Bassin parisien) permet de reconnaître trois nouvelles espèces. Parmi ce matériel étudié, un seul spécimen appartient à l'espèce *rugosum* d'AGASSIZ.

La diversité des *Hemidiadema*, jusqu'à présent réduite à quatre espèces nominales [*H. rugosum* AGASSIZ, 1846, *H. neocomiense* (COTTEAU, 1869), *H. intermedius* (COTTEAU, 1864) et *H. guebhardi* LAMBERT, 1920], est ainsi mieux appréhendée.

La seule espèce commune à la France et à l'Espagne est *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846, espèce typiquement gravellicole et cantonnée au sommet de l'Aptien supérieur. Les espèces vasicoles (*Hemidiadema malladai* nov. sp., *Hemidiadema forcallensis* nov. sp., *Hemidiadema batalleri* nov. sp., *Hemidiadema* sp. A) ne sont pas encore connues en dehors des régions espagnoles étudiées.

## Remerciements

L'auteur tient à remercier vivement toutes les personnes qui ont rendu possible la recherche (fructueuse ou infructueuse), l'accès et l'emprunt pour étude des échinides : Sebastián CALZADA (Musée géologique du Séminaire de Barcelone, Espagne), Maria Paz VILLALBA CURRÁS (Département de Paléontologie, Faculté des Sciences géologiques, Université Complutense,

Madrid, Espagne), Brigitte MARTINEZ (Cheval-Blanc, France), Carlos SILLERO (Alicante, Espagne), Joaquín LÓPEZ JIMÉNEZ (Caudete, Espagne) et Eduard Blesa (Barcelone, Espagne). L'auteur remercie très amicalement Josep Anton MORENO-BEDMAR (Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexique) et Oriol FERRER (Fault Dynamics Research Group, Earth Sciences Department, University of London, Royaume-Uni) pour leurs précieuses aides concernant la rédaction des parties "Cadre géologique" et "Cadre stratigraphique" et le prêt pour étude des échantillons d'*Hemidiadema* récoltés par eux-mêmes. L'auteur remercie également Sylvain CHARBONNIER et Jean-Michel PACAUD (Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, France) pour l'accès et l'utilisation des binoculaires du MNHN pour l'étude (observations, comptages et mesures) des échinides. L'auteur remercie enfin les rapporteurs – Loïc VILLIER (Université Pierre et Marie Curie, Paris, France) et Jaume GALLEMÍ PAULET (Musée des Sciences naturelles de Barcelone, Espagne) – pour leurs remarques constructives ayant permis d'améliorer la qualité de ce travail.

### Références bibliographiques

- AGASSIZ L. & DESOR E. (1846-1847).- Catalogue raisonné des espèces, des genres et des familles d'Échinides.- *Annales des Sciences naturelles*, Paris, série 3, t. VI (1846), p. 306-374 (Pls. 15-16) ; t.VII (1847), p. 129-168 ; t. VIII (1847), p. 5-35 et 355-380.
- BOVER-ARNAL T., MORENO-BEDMAR J.A., SALAS R., SKELTON P.W., BITZER K. & GILI E. (2010).- Sedimentary evolution of an Aptian syn-rift carbonate system (Maestrat Basin, E Spain): effects of accommodation and environmental change.- *Geologica Acta*, Barcelona, vol. 8, n° 3, p. 249-280.
- BOVER-ARNAL T., SALAS R., MORENO-BEDMAR J.A. & BITZER K. (2009).- Sequence stratigraphy and architecture of a late Early–Middle Aptian carbonate platform succession from the western Maestrat Basin (Iberian Chain, Spain).- *Sedimentary Geology*, vol. 219, p. 280-301.
- BOVER-ARNAL T., SALAS R., GUIMERÁ J. & MORENO-BEDMAR J.A. (2014).- Deep incision in an Aptian carbonate succession indicates major sea-level fall in the Cretaceous.- *Sedimentology*, vol. 61, n° 6, p. 1558–1593.
- BULOT L.G., LATIL J.-L., HAIRABIAN A. & FOURNILLON A. (2014).- New insight on the genus *Nolanicer* CASEY, 1961 (Ammonoidea, Cretaceous) and its consequences on the biostratigraphy of the Aptian Stage.- *Proceedings of the Geologists' Association*, London, vol. 125, p. 227-232.
- CANÉROT J., CUGNY P., PARDO G., SALAS R. & VILLENA J. (1982).- Ibérica Central-Maestrazgo. *In* : El Cretácico de España.- Universidad Complutense, Madrid, p. 273-344.
- CLÉMENT A. (2013).- Révision des espèces *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846 et *H. neocomiense* (COTTEAU, 1869) (Euechinoidea, Camarodonta, Glyphocyphidae) du Crétacé inférieur du Bassin parisien (France).- *Carnets Geol.*, Madrid, vol. 13, n° M01 (CG2013\_M01), 57 p.
- CLÉMENT A., FERRER O. & MORENO-BEDMAR J.A. (2012).- El registro de especies de *Hemidiadema* (Echinoidea) durante el Aptiense (Cretácico Inferior) en las cuencas del Maestrazgo, Salou-Garraff y Organyà.- *Geo-Temas*, Salamanca, vol. 13, p. 1-4.
- COMPANY M., SANDOVAL J. & TAVERA J.M. (2004).- El Barremiense de Fontcalent y L'Alcoraia.- *Geo-Temas*, Salamanca, vol. 7, p. 217-221.
- COTTEAU G. (1862-1867).- Paléontologie française. Terrain Crétacé. Tome 7 : Échinides réguliers.- Masson Ed., Paris, 892 p. (1204 Pls.).
- COTTEAU G. (1869).- Échinides nouveaux ou peu connus.- *Revue et Magasin de Zoologie pure et appliquée*, Paris, 2ème série, t. XXI, p. 238-248 (Pls. 12-13).
- DELANOY G., MORENO-BEDMAR J.A., RUIZ J.J. & TOLÓS LLÁDSER D. (2013).- *Xerticeras* gen. nov., a new genus of micromorphic heteromorph ammonite (Ancyloceratina, Ancyloceratidae) from the lower Aptian of Spain.- *Carnets Geol.*, Madrid, vol. 13, n° A02 (CG2013\_A02), p. 89-103.
- EGOIAN V.L. (1969).- Ammonites from the Clansayesian beds of the Western Caucasus.- *Trudy Krasnodarskogo Filiala Vsesojuznogo Neftgazovogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta*, Krasnodar, vol. 19, p. 126-188 [en Russe].
- FELL H.B. & PAWSON D.L. (1966).- Echinacea. *In* : MOORE R.C. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part U, Echinodermata 3.- The University of Kansas, Lawrence; The Geological Society of America, Boulder, vol. 2, p. U367-U440.
- GARCÍA R., MORENO-BEDMAR J.A., BOVER-ARNAL T., COMPANY M., SALAS R., LATIL J.-L., MARTÍN-MARTÍN J.D., GÓMEZ-RIVAS E., BULOT L.G., DELANOY G., MARTÍNEZ R. & GRAUGÉS A. (2014).- Lower Cretaceous (Hauterivian-Albian) ammonite biostratigraphy in the Maestrat Basin (E Spain).- *Journal of Iberian Geology*, Madrid, vol. 40, n° 1, p. 99-112.
- GIGNOUX M. (1933).- Les oursins réguliers fossiles, évolution et classification.- *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble*, t. XVII, fasc. 2, 125 p. (9 Pls.).
- KROH A. & SMITH A.B. (2010).- The phylogeny and classification of post-Palaeozoic echinoids.- *Journal of Systematic Palaeontology*, London, vol. 8, n° 2, p. 147-212.
- LAMBERT J. (1892).- Recherches sur les Échini-

- des de l'Aptien de Grandpré.- *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, (série 3), t. XX, p. 38-100 (Pls. II-IV).
- LAMBERT J. (1920).- Note sur quelques échinides du Crétacé inférieur de la Provence.- *Notes provençales*, Saint-Vallier-de-Thiery, n° 11, p. 1-24 (Pls. II-III).
- LAMBERT J. (1928).- Note sur quelques Échinides du Crétacé d'Espagne communiqués par M. le Prof. ROYO Y GÓMEZ.- *Boletín de la Real Sociedad española de Historia natural*, Madrid, t. 28, n° 3, p. 147-157 (1 Pl.).
- LÓPEZ J. & SILLERO C. (2006).- Equínidos fósiles de la provincia de Alicante.- *Memorias del Museo 2*, Museo paleontológico de Elche, 264 p.
- MARTÍN-CHIVELET J. & CHACÓN B. (2007).- Event stratigraphy of the upper Cretaceous to lower Eocene hemipelagic sequences of the Prebetic Zone (SE Spain): Record of the onset of tectonic convergence in a passive continental margin.- *Sedimentary Geology*, vol. 197, n° 1-2, p. 141-163.
- MARTÍN-MARTÍN J.D., GÓMEZ-RIVAS E., BOVER-ARNAL T., TRAVÉ A., SALAS R., MORENO-BEDMAR J.A., TOMÁS S., CORBELLA M., TEIXELL A., VERGÉS J. & STAFFORD S.L. (2013).- The Upper Aptian to Lower Albian syn-rift carbonate succession of the southern Maestrat Basin (Spain): Facies architecture and fault-controlled stratabound dolostones.- *Cretaceous Research*, vol. 41, p. 217-236.
- MASROUR M., AOUTEN A. & ATROPS F. (2004).- Succession des peuplements d'échinides du Crétacé inférieur dans les Haut Atlas Atlantique (Maroc) : révision systématique et intérêt stratigraphique.- *Géobios*, Lyon, vol. 37, p. 595-617.
- MATSUKAWA M., SENDON S.V., MATEER F.E., SATO T. & OBATA I. (2012).- Early Cretaceous ammonite fauna of Catanduanes Island, Philippines.- *Cretaceous Research*, vol. 37, p. 261-271.
- MITROVIĆ-PETROVIĆ J. (1977).- Cretaceous echinoids of Stara Planina.- *Geološki anali Balkanskoga poluostrva [Annales géologiques de la Péninsule balkanique]*, Belgrad, t. XLI, p. 181-202 (4 Pls.).
- MITROVIĆ-PETROVIĆ J. (1996).- Cretaceous Echinoidea from Djebel Djerissa, Central Tunisia.- *Geološki anali Balkanskoga poluostrva [Annales géologiques de la Péninsule balkanique]*, Belgrad, t. LX, n° 1, p. 169-194.
- MORENO-BEDMAR J.A. (2007).- Bioestratigrafía del Aptiense del macizo del Garraf (NE de la Península Ibérica).- *Geogaceta*, Salamanca, vol. 41, p. 131-134.
- MORENO-BEDMAR J.A., BARRAGÁN R., DELANOY G., COMPANY M. & SALAS R. (2014).- Review of the early Aptian (Early Cretaceous) ammonoid species *Deshayesites deshayesi* (d'ORBIGNY, 1841).- *Cretaceous Research*, vol. 51, p. 341-360.
- MORENO-BEDMAR J.A., BOVER-ARNAL T., BARRAGÁN R. & SALAS R. (2012a).- Uppermost Lower Aptian transgressive records in Mexico and Spain: chronostratigraphic implications for the Tethyan sequences.- *Terra Nova*, Oxford, vol. 24, n° 4, p. 333-338.
- MORENO-BEDMAR J.A., COMPANY M., BOVER-ARNAL T., SALAS R., DELANOY G., MARTÍN R. & GRAUGÉS A. (2009a).- Biostratigraphic characterization by means of ammonoids of the Lower Aptian Oceanic Anoxic Event (OAE 1a) in the eastern Iberian Chain (Maestrat Basin, eastern Spain).- *Cretaceous Research*, vol. 30, p. 864-872.
- MORENO-BEDMAR J.A., COMPANY M., BOVER-ARNAL T., SALAS R., DELANOY G., MAURRASSE F.J.-M.R. & GRAUGÉS A. (2010).- Lower Aptian ammonite biostratigraphy in the Maestrat Basin (Eastern Iberian Chain, Eastern Spain). A Tethyan transgressive record enhanced by synrift subsidence.- *Geologica Acta*, Barcelona, vol. 8, n° 3, p. 281-299.
- MORENO-BEDMAR J.A., COMPANY M., SANDOVAL J., TAVERA J.M., BOVER-ARNAL T., SALAS R., DELANOY G., MAURRASSE F.J.-M.R. & MARTÍN R. (2012b).- Lower Aptian ammonite and carbon isotope stratigraphy in the eastern Prebetic Domain (Betic Cordillera, southeastern Spain).- *Geologica Acta*, Barcelona, vol. 10, n° 4, p. 333-350.
- MORENO-BEDMAR J.A., FERRER O., ARTAL P., BOVER-ARNAL T., COMPANY M., GALLEMÍ J., MARTÍN-CLOSAS C., MARTÍN R., OSSÓ A., SALAS R. & VILLALBA-BREVA S. (2008).- Bioestratigrafía integrada del Aptiense del Macizo del Garraf (Cadenas Costero-Catalanas, NE de España). Datos preliminares. In: RUIZ-OMEÑACA J.I., PIÑUELA L. & GARCÍA-RAMOS J.C. (eds.), Libro del resúmenes, XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología.- Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga, 15-18 de octubre de 2008, p. 158-159.
- MORENO-BEDMAR J.A., RAMÍREZ L., COMPANY M., DELANOY G., BOVER-ARNAL T., BULOT L.-G., LATIL J.-L. & SALAS R. (2009b).- Bioestratigrafía de los ammonites de Can Casanyes, Macizo de Garraf (Barcelona, España).- *Batalleria*, Barcelona, vol. 14, p. 91-98.
- MORTENSEN T. (1943).- A monograph of the Echinoidea. Vol. 3, 2: Camarodonta 1 (Orthopsidae, Glyphocyphidae, Temnopleuridae, and Toxopneustidae).- C.A. Reitzel, Copenhagen, 546 p. (56 Pls.).
- MOULLADE M., GRANIER B. & TRONCHETTI G. (2011).- The Aptian Stage: Back to fundamentals.- *Episodes*, Bangalore, vol. 34, n° 3, p. 148-156.
- MOULLADE M., TRONCHETTI G., BALME C. & KOUYOU-MONTZAKIS G. (2006).- Le Gargasien (Aptien moyen) de la Tuilière - Saint-Saturnin-lès-Apt (région du stratotype historique de l'Aptien, Vaucluse, SE France) : localisation géographique et corrélations stratigraphiques.- *Carnets Geol.*, Madrid, vol. 6, n°

- L01 (CG2006\_L01), 8 p.
- MOULLADE M., TRONCHETTI G., KUHN W., RENARD M. & BELLIER J.-P. (2004).- Le Gargasien (Aptien moyen) de Cassis-La Bédoule (stratotype historique de l'Aptien inférieur, SE France) : localisation géographique et corrélations stratigraphiques.- *Carnets Geol.*, Madrid, vol. 4, n° L02 (CG2004\_L02), 4 p.
- PETITOT M.-L. (1959).- Contribution à l'étude des Échinides fossiles du Maroc (Jurassique et Crétacé).- *Notes et Mémoires du service géologique du Maroc*, Rabat, n° 146, 183 p. (Pls. I-XVII).
- PICARD J. (1965).- Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise.- Thèse Sc. nat., Marseille, 160 p.
- REBOULET S., SZIVES O., AGUIRRE-URRETA M.B., BARRAGÁN R., COMPANY M., IDAKIEVA V., IVANOV M., KAKABADZE M., MORENO-BEDMAR J.A., SANDOVAL J., BARABOSHKIN E.J., ÇAĞLAR M.K., FÖZY I., GONZÁLEZ-ARREOLA C., KENJO S., LUKENEDER A., RAISOSSADAT S.N., RAWSON P.F. & TAVERA J.M. (2014).- Report on the 5th International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Working Group, the "KILIAN Group" (Ankara, Turkey, 31st August 2013).- *Cretaceous Research*, vol. 50, p. 126-137.
- RICHTER A.E. (2008).- Unterkreide-Lokalitäten im Maestrazgo Nordost-Spanien.- *Fundstellen*, www.leitfossil.de, 47 p.
- ROBERT E., PEYBERNÈS B. & BULOT L.G. (2001).- Caractérisation d'une nouvelle sous-zone d'ammonites au passage Aptien-Albien dans les "Marnes noires à *Hypacanthoplites*" des Pyrénées espagnoles.- *Geobios*, Lyon, Vol. 34, n° 1, p. 53-62.
- SALAS R. & GUIMERÁ J. (1996).- Rasgos estructurales principales de la cuenca Cretácica Inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental).- *Geogaceta*, Salamanca, vol. 20, p. 1704-1706.
- SALAS R., GUIMERÁ J., MAS R., MARTÍN-CLOSAS C., MELÉNDEZ A. & ALONSO A. (2001).- Evolution of the Mesozoic Central Iberian Rift System and its Cenozoic inversion (Iberian Chain). In : ZIEGLER P.A., CAVAZZA W., ROBERTSON A.H.F. & CRASQUIN-SOLEAU S. (eds.), Peri-Tethys Memoir 6: Peri-Tethyan Rift/Wrench Basins and Passive Margins.- *Mémoires du Muséum national d'Histoire Naturelle*, Paris, t. 186, p. 145-185.
- SAURA VILAR M. & GARCIA VIVES J.A. (2000).- Equinoideos del Aptiense Maestrazgo y zonas limítrofes.- *Cidaris*, Elche, n° 17-18, p. 10-33.
- SAURA VILAR M. & GARCIA VIVES J.A. (2015).- Carinacea II : Echinacea II - Calycina.- *Nomochirus*, Onda, n° 6, 330 p. (106 Pls.).
- SAURA VILAR M., GARCIA VIVES J.A. & CASTANY I ÀLVARO J. (2007).- Fauna equínida del Maestrazgo, Cretaci inferior.- *Asociación Paleontológica de Onda*, 1 poster.
- SZIVES O. (ed.), CSONTOS L., BUJTOR L. & FÖZY I. (2007).- Aptian-Campanian ammonites of Hungary.- *Geologica Hungarica*, Budapest, (Series Palaeontologica), vol. 57, p. 1-187.
- VADET A. & NICOLLEAU P. (2010).- Échinides nouveaux, peu ou mal connus.- *Annales de la Société d'Histoire naturelle du Boulonnais*, Boulogne-sur-Mer, t. IX, fasc. 3, p. 1-24.
- VILLALBA CURRÁS M.P. (1991, inédit).- Revisión de los equínidos del Cretácico inferior y medio español.- *Colección Tesis Doctorales*, Universidad Complutense Madrid, Facultad de Ciencias geológicas, Madrid, n° 250/93, t. I y II, 714 p. (33 Pls.).
- VILLALBA CURRÁS M.P. (2003).- Los equínidos regulares de la provincia de Castellón.- *Nemus. Ateneo de Natura*, Castelló de la Plana, n° 1 (2002), p. 37-92 (3 Pls.).

## **Planches**

Toutes les photographies ont été prises par l'auteur avec un Canon EOS 350D muni d'un objectif 18-55 mm, associé à trois bagues-allonges Kepecor 31 mm, 21 mm et 13 mm. Les échinides ont été éclairés en utilisant des ampoules "day light".

En vues apicale et orale, l'astérisque "\*" indique l'interambulacre 2 supportant à son extrémité apicale la madreporite (plaque génitale 2).

All photographs were taken by the author using a Canon EOS 350D equipped with a 18-55 mm lens, together with Kepecor 31 mm, 21 mm and 13 mm extension rings. The echinoids were illuminated using "day light" bulbs.

In apical and oral views, the asterik "\*" indicates the interambulacrum 2 bearing the madreporite on his apical end (genital plate 2).

► **Planche 1** : *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846

Coll. SILLERO

Sommet de l'Aptien supérieur ; Loma de Casa lo Bolini, région de l'Acoraia, province d'Alicante, Espagne.

**Fig. 1** : Vue générale de la face apicale.

**Fig. 2** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 2.

**Fig. 3** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 3.

**Fig. 4** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 4.

**Fig. 5** : Vue supra-orbitale centrée sur l'ambulacre IV.

**Fig. 6** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre IV.

**Fig. 7** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre II.

**Fig. 8** : Vue supra-orbitale centrée sur l'interambulacre 4.



1



5



2



6



3



7



4



8

5 mm

► **Planche 2** : *Hemidiadema rugosum* AGASSIZ, 1846

Coll. SILLERO

Sommet de l'Aptien supérieur ; Loma de Casa lo Bolini, région de l'Acoraia, province d'Alicante, Espagne.

**Fig. 1** : Interambulacre 3 en vue orbitale.

**Fig. 2** : Interambulacre 2 en vue orbitale.

**Fig. 3** : Ambulacre IV en vue orbitale.

**Fig. 4** : Interambulacre 1 en vue supra-orbitale.

**Fig. 5** : Interambulacre 4 en vue supra-orbitale.

**Fig. 6** : Ambulacre IV en vue supra-orbitale.

**Fig. 7** : Détails d'un tubercule interambulacraire.





1



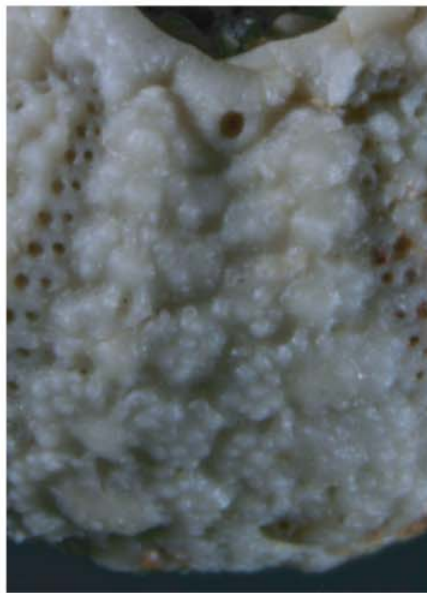
2



3



4



5



6



7



► **Planche 3** : *Hemidiadema batalleri* nov. sp. **Holotype**

MGSB 79924 ; Coll. FERRER

Aptien inférieur, Zone à *Dufrenoyia furcata*, Sous-zone à *Dufrenoyia furcata* ; Cala del Moro (Punta de l'Àliga), Sud d'El Perelló (province de Tarragone), Espagne.

**Fig. 1** : Vue générale de la face apicale.

**Fig. 2** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 1.

**Fig. 3** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 2.

**Fig. 4** : Vue infra-orbitale centrée sur l'interambulacre 2.

**Fig. 5** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre II.

**Fig. 6** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre I.

**Fig. 7** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre IV.

**Fig. 8** : Vue supra-orbitale centrée sur l'ambulacre IV.



1



2



3



4



5



6



7



8

5 mm

► **Planche 4** : *Hemidiadema batalleri* nov. sp. **Holotype**

MGSB 79924 ; Coll. FERRER

Aptien inférieur, Zone à *Dufrenoyia furcata*, Sous-zone à *Dufrenoyia furcata* ; Cala del Moro (Punta de l'Àliga), Sud d'El Perelló (province de Tarragone), Espagne.

**Fig. 1** : Interambulacre 1 en vue orbitale.

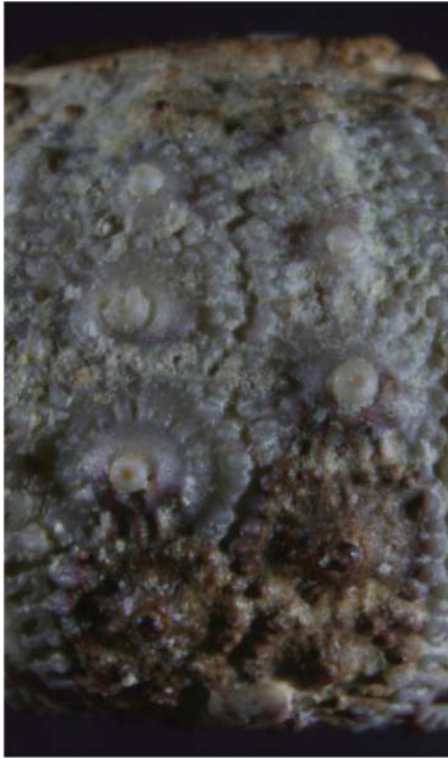
**Fig. 2** : Interambulacre 1 en vue supra-orbitale.

**Fig. 3** : Interambulacre 2 en vue supra-orbitale.

**Fig. 4** : Interambulacre 2 en vue infra-orbitale.

**Fig. 5** : Ambulacre II en vue orbitale.

**Fig. 6** : Ambulacre II en vue infra-orbitale.



1



3



5



2



4



6



► **Planche 5** : *Hemidiadema batalleri* nov. sp. **Paratype 1**

MGSB 25112-1 ; Coll. BATALLER

Aptien inférieur, Zone à *Dufrenoyia furcata*, Sous-zone à *Dufrenoyia furcata* ; Cala del Moro (Punta de l'Àliga), Sud d'El Perelló (province de Tarragone), Espagne.

**Fig. 1** : Vue générale de la face apicale.

**Fig. 2** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 1.

**Fig. 3** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 4.

**Fig. 4** : Vue supra-orbitale centrée sur l'interambulacre 4.

**Fig. 5** : Vue supra-orbitale centrée sur l'ambulacre III.

**Fig. 6** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre V.

**Fig. 7** : Vue supra-orbitale centrée sur l'ambulacre V.

**Fig. 8** : Disque apical.



1



2



3



4



5

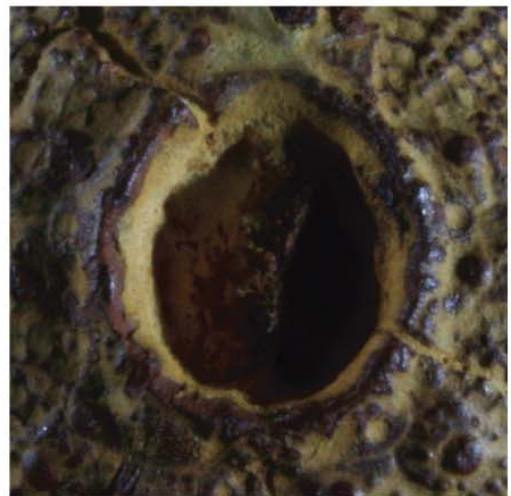


6



7

5 mm



8

1 mm

► **Planche 6** : *Hemidiadema batalleri* nov. sp. **Paratype 2**

MGSB 25112-2 ; Coll. BATALLER

Aptien inférieur, Zone à *Dufrenoyia furcata*, Sous-zone à *Dufrenoyia furcata* ; Cala del Moro (Punta de l'Àliga), Sud d'El Perelló (province de Tarragone), Espagne.

**Fig. 1** : Vue générale de la face apicale.

**Fig. 2** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 5.

**Fig. 3** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 1.

**Fig. 4** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 2.

**Fig. 5** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 4.

**Fig. 6** : Vue générale de la face orale.

**Fig. 7** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre I.

**Fig. 8** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre II.

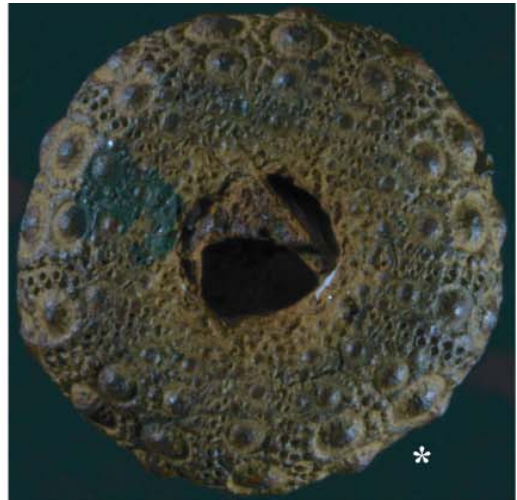
**Fig. 9** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre III.

**Fig. 10** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre V.





1



6



2



7



3



8



4



9



5



10

5 mm

► **Planche 7** : *Hemidiadema batalleri* nov. sp.

Aptien inférieur, Zone à *Dufrenoyia furcata*, Sous-zone à *Dufrenoyia furcata* ; Cala del Moro (Punta de l'Àliga), Sud d'El Perelló (province de Tarragone), Espagne.

**Détails et comparaisons des ambulacres de différents spécimens.**

**Figs. 1, 2, 5, 6** : *Hemidiadema batalleri* nov. sp. ; **MGSB 79924**.

**Figs. 1, 5** : Ambulacre I en vues orbitale et supra-orbitale.

Noter l'absence du tubercule primaire supra-orbital 4.

**Fig. 2, 6** : Ambulacre II en vue orbitale et supra-orbitale.

Noter l'absence de tous les tubercules primaires supra-orbitaux.

**Figs. 3, 7, 9, 10** : *Hemidiadema batalleri* nov. sp. ; **MGSB 25112-1**.

**Figs. 3, 7** : Ambulacre V en vue orbitale et supra-orbitale.

Noter l'absence de tous les tubercules primaires supra-orbitaux.

**Fig. 9** : Détails de la partie supra-orbitale d'un ambulacre.

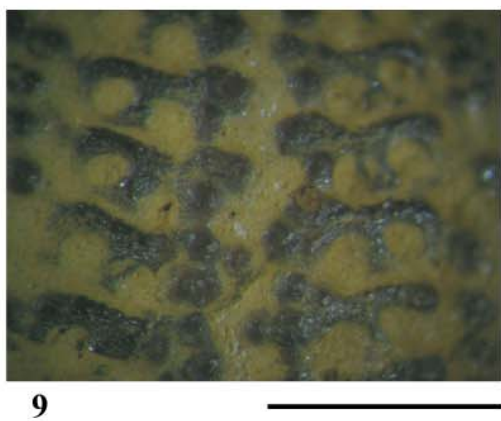
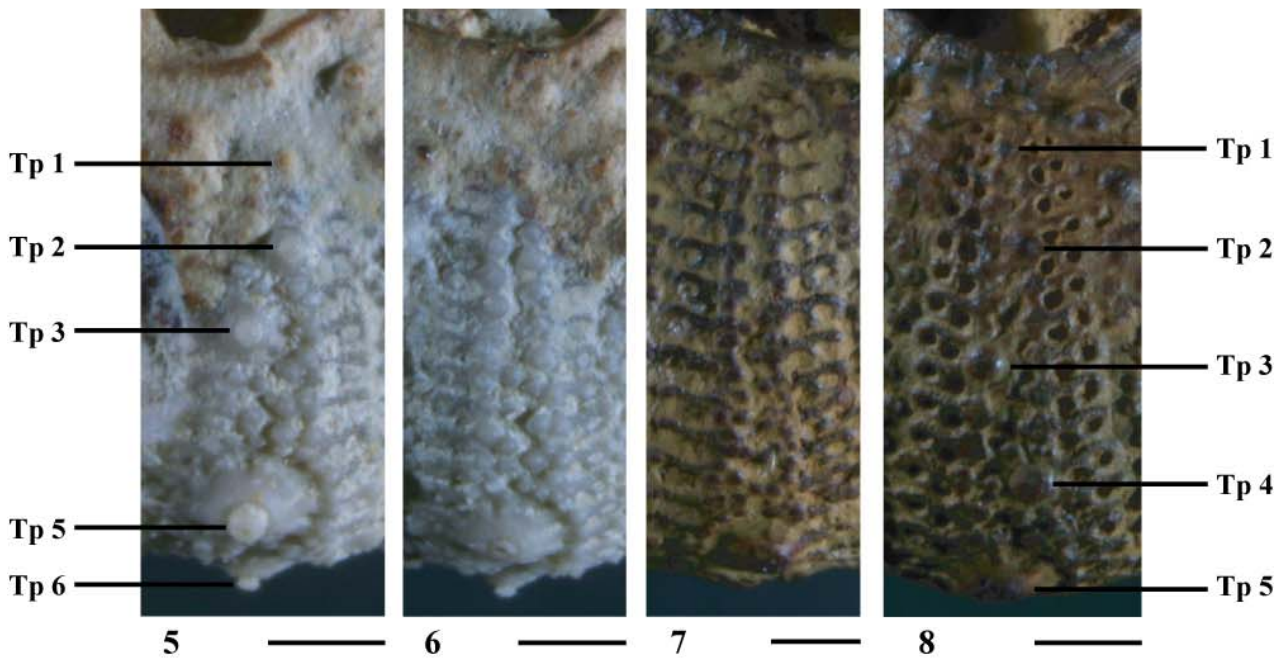
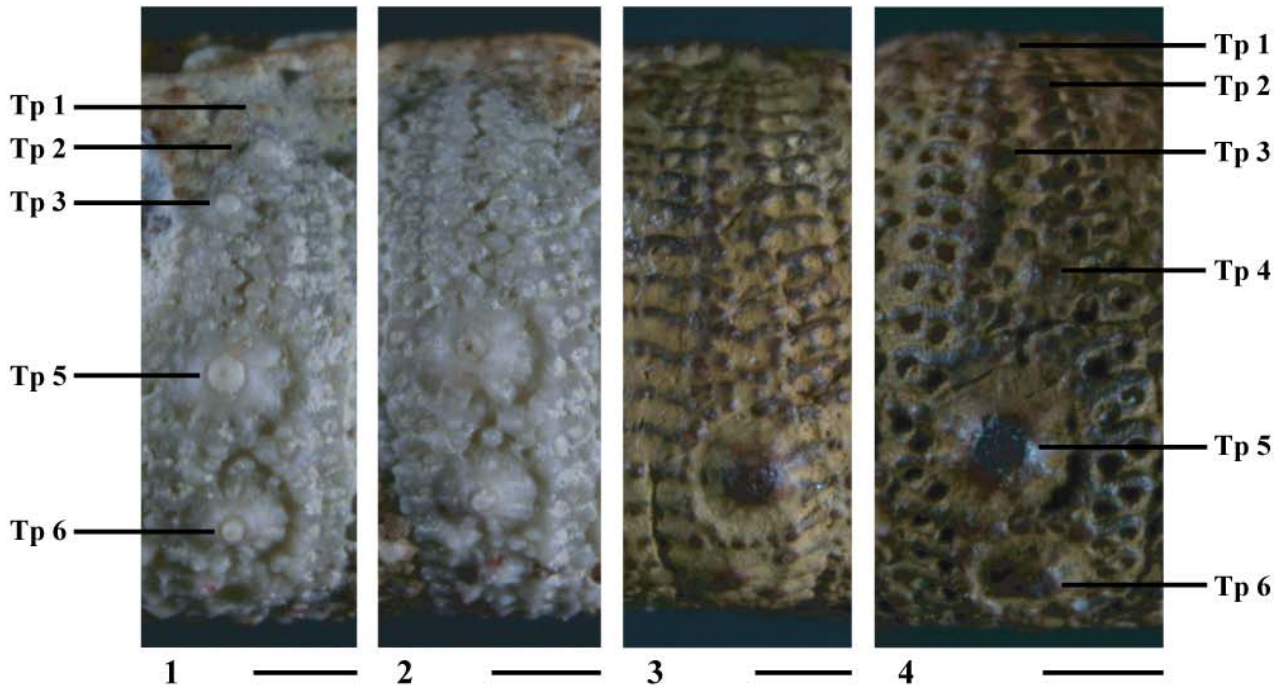
**Fig. 10** : Détails d'assules de la zone porifère. Noter la présence de granules à la surface de ces assules.

**Figs. 4, 8** : *Hemidiadema batalleri* nov. sp. ; **MGSB 25112-2**.

Ambulacre IV en vue orbitale et supra-orbitale.

Noter la présence de tous tubercules primaires supra-orbitaux.

**Tp** : tubercule primaire.



► **Planche 8** : *Hemidiadema malladai* nov. sp. **Holotype**

MNHN.F. A50416 ; Coll. CLÉMENT

Aptien inférieur, Marnes de Forcall (? partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et/ou partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi*), région située entre Allepuz et Jorcas (province de Teruel), Espagne.

**Fig. 1** : Vue générale de la face apicale.

**Fig. 2** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 5.

**Fig. 3** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 1.

**Fig. 4** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 3.

**Fig. 5** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 4.

**Fig. 6** : Vue générale de la face orale.

**Fig. 7** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre II.

**Fig. 8** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre III.

**Fig. 9** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre IV.

**Fig. 10** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre V.



1



6



2



7



3



8



4



9



5



10

5 mm

► **Planche 9** : *Hemidiadema malladai* nov. sp. **Holotype**

MNHN.F. A50416 ; Coll. CLÉMENT

Aptien inférieur, Marnes de Forcall (? partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et/ou partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi*), région située entre Allepuz et Jorcas (province de Teruel), Espagne.

**Fig. 1** : Détails de l'interambulacre 4 en vue orbitale.

**Fig. 2** : Détails de l'ambulacre III en vue orbitale.

**Fig. 3** : Détails de l'ambulacre IV en vue orbitale.

**Fig. 4** : Détails de l'ambulacre II en vue supra-orbitale.

**Fig. 5** : Détails de l'interambulacre 5 en vue infra-orbitale.

**Fig. 6** : Détails du disque apical.

**Fig. 7** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre V.



1



2



3



4



5



6



7

► **Planche 10** : *Hemidiadema forcallensis* nov. sp. **Holotype**

MNHN.F. A50417 ; Coll. CLÉMENT

Aptien inférieur, Marnes de Forcall, partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi* ; Mas del Roc près de Forcall (province de Castellón), Espagne.

**Fig. 1** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 3.

**Fig. 2** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 4.

**Fig. 3** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre I.

**Fig. 4** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre II.

**Fig. 5** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre III.

**Fig. 6** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre V.

**Fig. 7** : Vue générale de la face apicale.

**Fig. 8** : Vue générale de la face orale.

**Fig. 9** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 5.

**Fig. 10** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 1.

**Fig. 11** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 2.





1



2



3



4



5



6

5 mm



7



8



9



10



11

► **Planche 11** : *Hemidiadema forcallensis* nov. sp. **Holotype**

MNHN.F. A50417 ; Coll. CLÉMENT

Aptien inférieur, Marnes de Forcall, partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi* ; Mas del Roc près de Forcall (province de Castellón), Espagne.

**Fig. 1** : Vue générale de la face apicale.

**Fig. 2** : Détails de l'interambulacre 5 en vue orbitale.

**Fig. 3** : Détails de l'interambulacre 3 en vue orbitale.

**Fig. 4** : Détails de l'ambulacre I en vue orbitale.



1



2



3



4

► **Planche 12** : *Hemidiadema* sp. A

MNHN.F. A50418 ; Coll. MARTINEZ

Aptien inférieur, Marnes de Forcall, partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi* ; Mola d'en Camaràs près de Forcall (province de Castellón), Espagne.

**Fig. 1** : Vue générale de la face apicale.

**Fig. 2** : Vue supra-ambitale centrée sur l'ambulacre V.

**Fig. 3** : Vue supra-ambitale centrée sur l'ambulacre IV.

**Fig. 4** : Vue supra-ambitale centrée sur l'ambulacre I.

**Fig. 5** : Vue supra-ambitale centrée sur l'ambulacre III.

**Fig. 6** : Vue supra-ambitale centrée sur l'interambulacre 5.

**Fig. 7** : Vue supra-ambitale centrée sur l'interambulacre 4.

**Fig. 8** : Vue supra-ambitale centrée sur l'interambulacre 3.

**Fig. 9** : Vue supra-ambitale centrée sur l'interambulacre 1.

**Fig. 10** : Vue de la face apicale centrée sur le disque apical.



1



2



3



4



5



6



7



8



9

5 mm



10

5 mm

► **Planche 13** : *Hemidiadema* sp. A

MNH.N.F. A50418 ; Coll. MARTINEZ

Aptien inférieur, Marnes de Forcall, partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi* ; Mola d'en Camaràs près de Forcall (province de Castellón), Espagne.

**Fig. 1** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 5.

**Fig. 2** : Vue orbitale centrée sur l'interambulacre 4.

**Fig. 3** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre I.

**Fig. 4** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre V.

**Fig. 5** : Vue orbitale centrée sur l'ambulacre V.

**Fig. 6** : Vue infra-orbitale centrée sur l'interambulacre 2 et l'ambulacre II.

**Fig. 7** : Vue générale de la face orale.

**Fig. 8** : Vue infra-orbitale centrée sur l'interambulacre 1.

**Fig. 9** : Vue infra-orbitale centrée sur l'interambulacre 2.

**Fig. 10** : Disque apical.



1



2



3



4



5

5 mm



6

2 mm



7



8



9

5 mm



10

1 mm

► **Planche 14** : *Hemidiadema* sp. A

MNH.N.F. A50418 ; Coll. MARTINEZ

Aptien inférieur, Marnes de Forcall, partie supérieure de la Zone à *Deshayesites forbesi* et partie basale de la Zone à *Deshayesites deshayesi* ; Mola d'en Camaràs près de Forcall (province de Castellón), Espagne.

**Fig. 1** : Détails de l'ambulacre V en vue supra-ambitale.

**Fig. 2** : Détails de l'ambulacre IV en vue supra-ambitale.

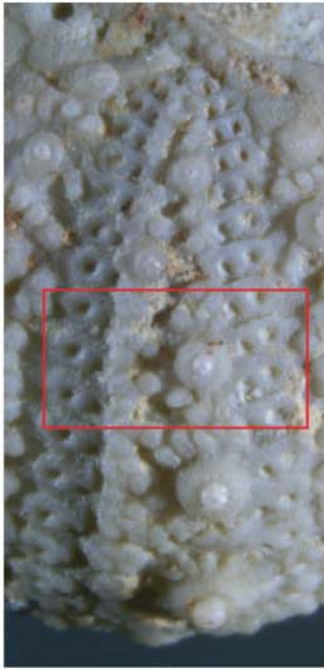
**Fig. 3** : Détails de l'interambulacre 5 en vue supra-ambitale.

**Fig. 4** : Détails de l'interambulacre 1 en vue infra-ambitale.

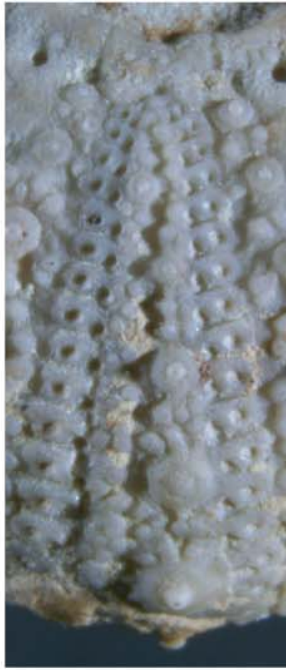
**Fig. 5** : Détails de l'interambulacre 5 en vue ambitale.

**Fig. 6** : Détails de l'ambulacre V en vue supra-ambitale, centrée sur un tubercule primaire.





1



2



3



4



5



6



► **Planche 15** : Comparaison des disques apicaux.

**Fig. 1** : *Hemidiadema rugosum* (MNHN.F A33783 ; Coll. LAMBERT) : Clansayésien (Aptien supérieur *sensu gallico*), Grandpré, Ardennes, France.

**Fig. 2** : *Hemidiadema rugosum* (MNHN.F A33782 ; Coll. LAMBERT) : Clansayésien (Aptien supérieur *sensu gallico*), Grandpré, Ardennes, France.

**Fig. 3** : *Hemidiadema rugosum* (coll. SILLERO) : Sommet de l'Aptien supérieur, Loma de Casa lo Bolini, région de l'Acoraia, province d'Alicante, Espagne.

**Fig. 4** : *Hemidiadema neocomiense* (ENSGN / MAN, coll. THIÉRY n°384) : Hauterivien inférieur (? Zone à *Lyticoceras nodosoplicatum*), Ville-sur-Saulx, Meuse, France ; **néotype**.

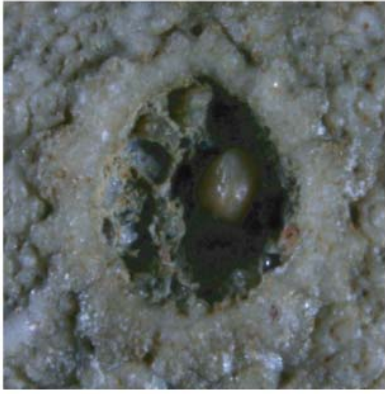
**Fig. 5** : *Hemidiadema malladai* nov. sp. (MNHN.F. A50416) ; **holotype**.

**Fig. 6** : *Hemidiadema batalleri* nov. sp. (MGSB 25112-1, coll. BATALLER) ; **paratype**.

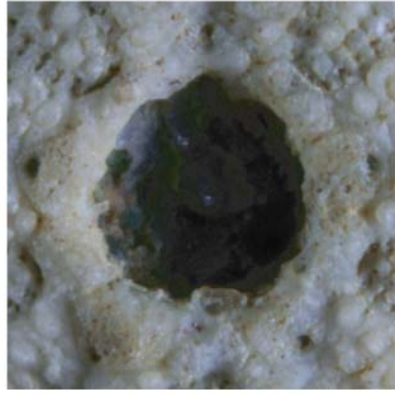
**Fig. 7** : *Hemidiadema forcallensis* nov. sp. (MNHN.F. A50417) ; **holotype**.

**Fig. 8** : *Hemidiadema* sp. A (MNHN.F. A50418).

Barre d'échelle : 1 mm / Bar scale : 1 mm.



1



2



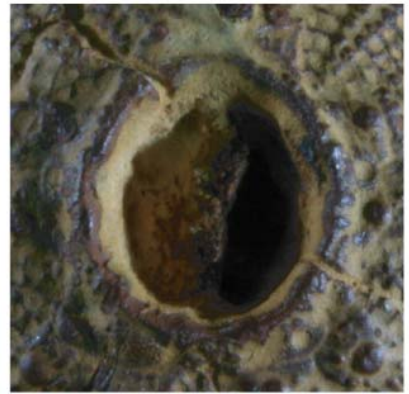
3



4



5



6



7



8

