

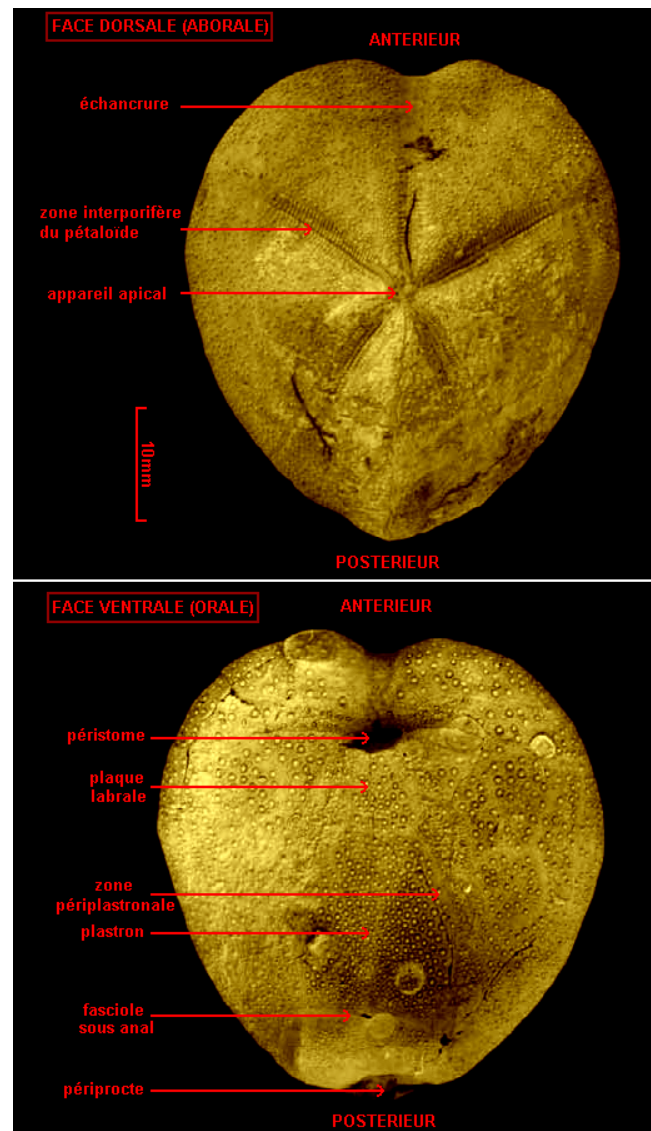
Quelques généralités sur le genre *Micraster*

Les *Micraster* : définition, détermination, évolution

par Sébastien MAILLET

Introduction

Le genre *Micraster*



Les *Micraster* appartiennent à l'embranchement des échinodermes, et sont des oursins irréguliers typiques du crétacé supérieur. Ils appartiennent aux échinides irréguliers car ils présentent une **symétrie bilatérale** acquise au cours de l'évolution, la symétrie d'ordre cinq des échinodermes ayant été perdue avec le temps et les transformations morphologiques. Ce sont des Atélostomes, c'est-à-dire des oursins sans mâchoires, Spatangoïdés, car chez l'adulte le péristome est labié et le plastron est bien développé. Egalement nous notons chez les Spatangoïdés, l'apparition de fascioles (sous-anal, latéral, marginal, péri-pétales ou endo-pétales) qui vont délimiter les zones reproductrice, nourricière, et excrétrice. La famille à laquelle appartiennent les *Micraster* est celle des *Micrasteridae*. Le genre *Micraster* [Agassiz, 1836] est **divisé en 2 sous-genres** (maintenant considérés comme genres) ayant tous **4 gonopores** (appareil apical dit tétrabasal) :

- *Micraster* [Agassiz, 1836] (= *Paramicraster* [Maczyska, 1968]) différencié par le **pétale III différents des autres pétales** et un **fasciole sous-anal toujours présent**

- *Gibbaster* [Gauthier, 1887] (= *Isomicraster* [Lambert 1901]) différencié par le **pétale III semblable aux autres** et un **fasciole sous anal réduit**, parfois absent. C'est une forme généralement haute (gibbeuse).

D'aspect en général **cordiforme** et plus ou moins **gibbeux**, les aires ambulacraires **pétaloïdes** sont **excavées dans le test**, et on note le **développement d'un plastron** sur la face ventrale ainsi que de **zones periplastronales**, dont l'ornementation sera un des critères de reconnaissance des différentes espèces de *Micraster* (nous en reparlerons plus loin). L'abondance de ces oursins, leur vitesse d'évolution et leur diversité spécifique ont permis l'utilisation de ce genre en stratigraphie. Des biozones ont été créées, et ils ont été très étudiés en Europe du Nord et de l'Ouest. Ce genre d'oursin constitue un **très bon repère stratigraphique** sur le terrain, en ce qui concerne le crétacé supérieur.

Le *Micraster* est un oursin de type fouisseur, vivant dans des sédiments meubles et à une profondeur d'eau certainement assez conséquente (approchant sûrement la centaine de mètres), bien que certains considèrent qu'il s'agissait d'un animal vivant dans la zone de balancement des marées.

Hormis leur intérêt stratigraphique, les *Micraster*, dans leur lignée principale (*M.leskei* - *M.decipiens* - *M.coranguinum*) sont **un très bon exemple d'évolution graduelle**. Nous assistons à une succession des espèces dans le

temps en même temps qu'à des variations progressives des caractères morphologiques de ces oursins. Nous détaillerons ce point plus loin également.

De nombreux travaux ont été effectués sur le genre *Micraster*. Citons en quelques-uns d'intérêt majeur : *A.d'Orbigny* (1853), *E.Hébert* (1856, 1876), *G.Cotteau* (1876, 1878), *E.Bayle* (1878), *J.Lambert* (1878, 1882, 1895, 1901, 1924), *E.Bucaille* (1883), *V.Gauthier* (1886, 1887), *A.Péron* (1887), *L.Cayeux* (1890), *H.Parent* (1892), *R.B.Stockes* (1975, 1976), *Rowe* (1899), *Kermack* (1954), *Ernst* (1970), *Nichols* (1959), *Schlüter* (1869).

Beaucoup d'espèces, dont quelques-unes seront nommées plus bas, ont été créées et renommées sans cesse à cause de petites différences morphologiques. Ce qui fait que de nos jours, les espèces appartenant au genre *Micraster* sont très nombreuses (on en compte certainement beaucoup plus qu'une centaine) et même les échinologistes s'y perdent. Certains auteurs ont même tendance à rattacher certaines espèces d'autres genres (*Epiaster* par exemple) au genre *Micraster*.

Actuellement, la tendance est au regroupement de ces espèces, sur le principe de la variabilité intraspécifique. En effet, certains caractères morphologiques sont variables au sein d'une espèce (c'est ce qu'on appelle la variabilité intraspécifique), et cela peut être dû à la croissance de l'animal (variabilité ontogénique) ou à l'environnement (variabilité écophénotypique).

Par exemple, si l'on regarde dans la littérature scientifique, pour une espèce donnée aujourd'hui, on a de nombreuses dénominations passées :

- Pour *M. leskei* (lato sensu) =

* **morphe trapézoïdal ('petits M.leskei')** : *Spatangus coranguinum* var.*B Norwagicum* KLEIN, *Spatangus leskei* DESMOULINS, *M.breviporus* AGASSIZ, *Epiaster renati* GAUTHIER, *M. sanctaemaurae* GAUTHIER (juvénile), *M.leskei* DESMOULINS, *M.leskei* var.*jovinianensis* LAMBERT&THIERY (juvénile), *M.renati* GAUTHIER

* **morphe cordiforme** : *M.beonensis* GAUTHIER, *M.praecursor* ROWE

* **'grands M.leskei'** : *M.corbovis* FORBES, *M.breviporus* var.*corbovis* COTTEAU

- Pour *M. decipiens* (lato sensu) =

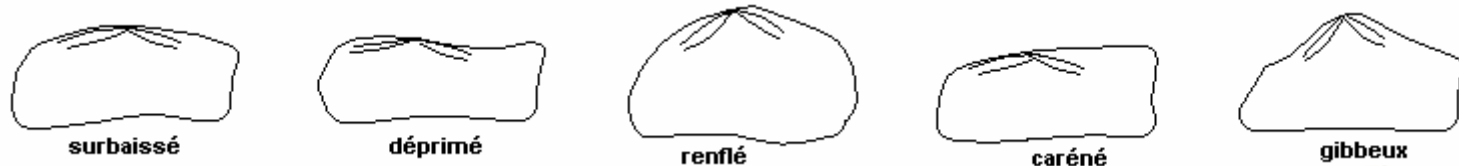
* **Morphe normanniae (trapézoïdal)** : *M.normanniae* BUCAILLE, *M.praecursor* ROWE

* **Morphe cordiforme** : *M.cortestudinarium* GOLDFUSS, *M.brevis* DESOR, *M. cortestudinarium* AGASSIZ, *Spatangus decipiens* BAYLE, *Epiaster renati* GAUTHIER, *M. gosseleti* CAYEUX, *M. gauthieri* PARENT, *M. cayeuxi* PARENT, *M. renati* GAUTHIER, *M. icaunensis* LAMBERT, *Gibbaster icaunensis* LAMBERT, *Isomicraster renati* GAUTHIER, *Gibbaster gauthieri* PARENT, *Gibbaster gosseleti* CAYEUX, *M.decipiens* BAYLE.

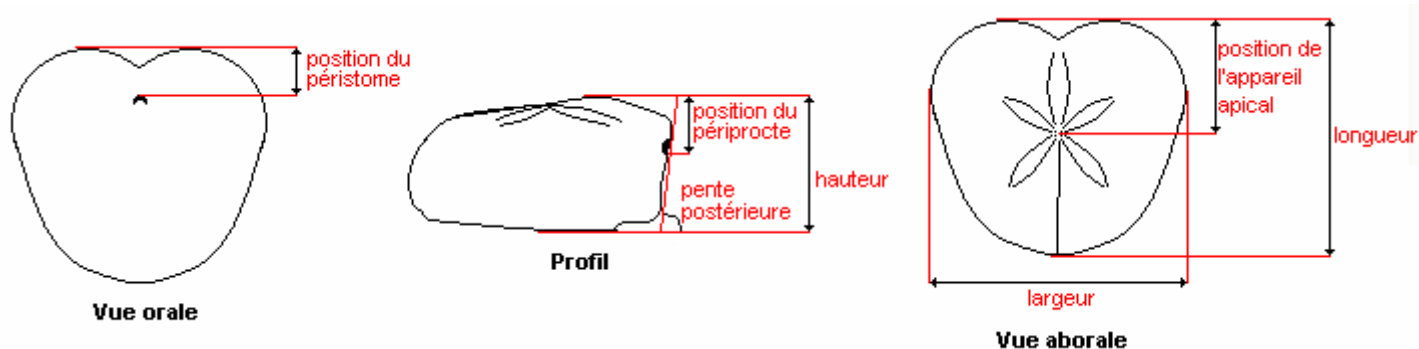
A - Quelques caractères morphologiques à distinguer chez *Micraster*

Afin de distinguer les différentes espèces de *Micraster*, il convient de prendre en compte certains caractères morphologiques :

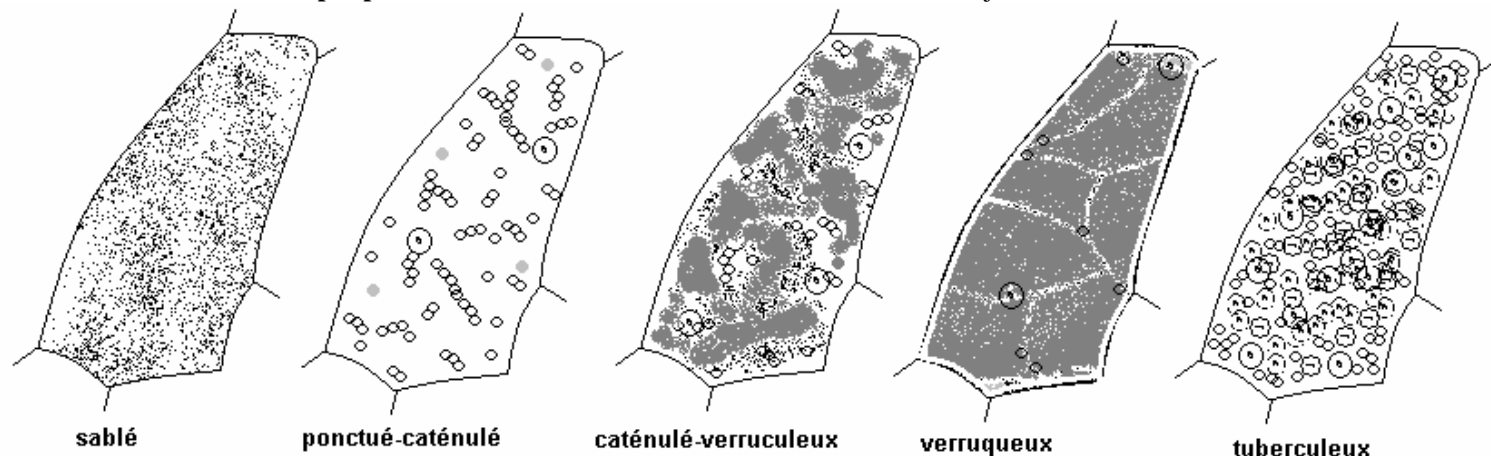
- **Le profil de l'oursin** permet de nous renseigner. Celui-ci est déprimé chez les formes primitives et devient renflé, avec souvent présence d'une carène en position dorsale au niveau de l'interambulacre 5, avec l'évolution. La gibbosité du test a tendance à régresser avec l'évolution, sauf pour la lignée des *Gibbaster*. Egalement, le profil peut être abaissé ou élevé dorsalement.



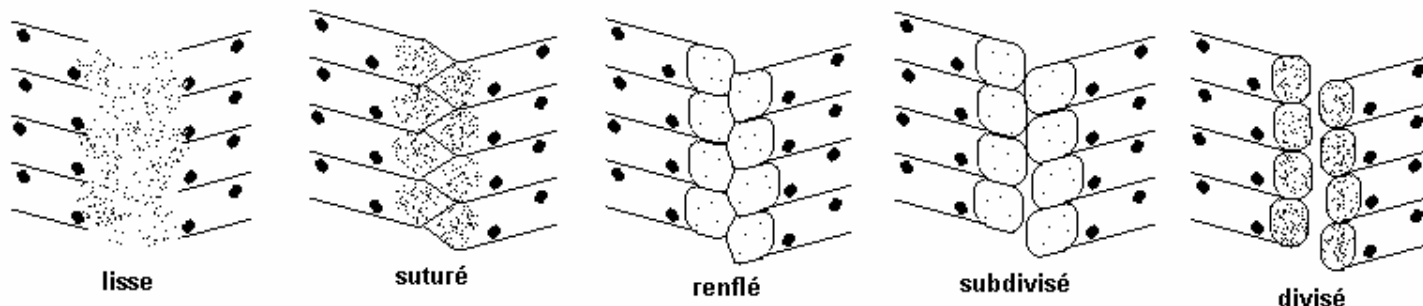
- **Les dimensions et rapports du test** permettent d'étudier les populations et de définir les ressemblances entre individus au sein d'une espèce, en fonction de la taille du test. Les positions des appareils nutritif, excréteur et reproducteur varient au cours du temps également et sont un bon critère de détermination.



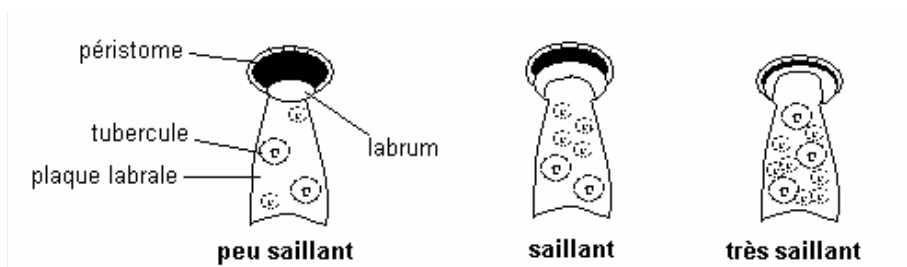
- **L'ornementation de la zone périplastronale** s'accroît avec l'évolution. C'est un critère majeur de détermination chez les *Micraster*.



- **L'ornementation de la zone interporifère** augmente au cours du temps également. Ceci dépend également du numéro des pétales de l'animal. En effet, les pétales pairs antérieurs (II et IV), les pétales impairs postérieurs (I et V) et le pétale de l'échancrure antérieure (III) n'évoluent pas à la même vitesse, ce qui permet de différencier les *Micraster* de façon très précise.



- **Le labrum**, cette 'lèvre en forme de pelle' permettant de racler le substrat varie également. Il devient de plus en plus saillant au cours de l'évolution.



B - Evolution

* Evolution à grande échelle temporelle de cette branche des Spatangoidés :

En ce qui concerne le genre *Micraster*, on s'accorde à dire aujourd'hui que leur ancêtre était issu du genre *Epiaster* et que leur descendant actuel serait le genre *Pericosmus*.

Epiaster sp. (crétacé inf.) → *Micraster* sp. (crétacé sup.) → *Pericosmus* sp. (actuel)
(absence de fasciole) (présence d'une fasciole sous-anal)

* Evolution des caractères morphologiques au sein du genre *Micraster* au crétacé supérieur :

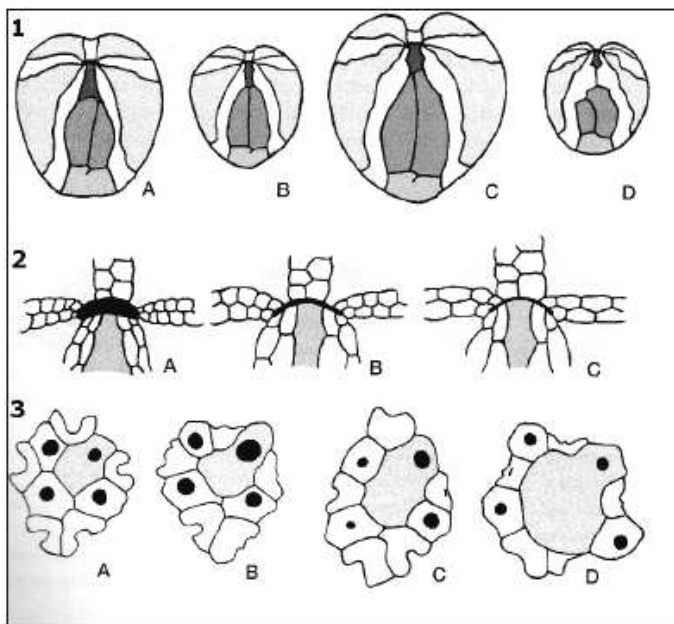
- le test s'élargit,
- la partie la plus haute et la région la plus large migrent postérieurement,
- l'échancrure antérieure (ambulacre III) s'approfondit et devient de plus en plus tuberculeuse,
- le péristome devient de plus en plus antérieur,
- le labre devient plus prononcé et surplombant,
- les ambulacres pairs (II et IV) s'allongent et sont moins excavés,
- les zones interporifères sont de plus en plus ornementées (lisses → suturées → renflées → subdivisées → renflées) et s'enfoncent dans un sillon profond,
- les zones périplastrales deviennent plus granuleuses,
- le talon double, sous le périprocte et entouré par la fasciole sous-anal, se développe,
- les sillons pairs des phyllopoies pairs antérieurs disparaissent,
- le nombre de pores des pétales I, II, IV, V augmente

* Evolution au sein de la lignée principale type ('*leskei-decipiens-coranguinum*') :

C'est un cas d'évolution graduelle de référence, car les changements morphologiques sont progressifs. Chez ces oursins irréguliers, on note une grande variabilité morphologique au sein d'une seule et même espèce. Cette évolution de la lignée type est certainement une adaptation à un enfouissement plus profond dans un sédiment plus cohérent et une modification de la stratégie alimentaire.

Les caractères variant au fil du temps sont :

- o un élargissement du fasciole sous-anal,
- o une élévation du test,
- o une accentuation de la pente de la surface dorsale,
- o un déplacement de la partie la plus haute du test vers l'arrière (postérieur),
- o une migration postérieure de l'appareil apical,
- o un développement d'une carène sur la partie dorsale de l'interambulacre V,
- o un élargissement de la thèque dont la partie la plus large migre postérieurement,
- o un allongement et approfondissement de l'échancrure antérieure et augmentation de la tuberculation,
- o une migration du péristome antérieurement,
- o un élargissement du labre, surplombement de la cavité buccale et tuberculation,
- o un accroissement de la taille et de l'épaisseur du test,
- o un accroissement de la plaque madréporique par rapport aux autres plaques génitales,
- o un allongement des pétales et ornementation s'accroissant,
- o un renforcement de l'ornementation périplastrale.



1) Evolution des plaques labrales (gris foncé) et sternales (gris moyen)
A - *M. corbovis* (turonien sup.) ; B - *M. coranguinum* (santonien) ; C - *M. stolleyi* (campanien) ; D - *M. grimmensis* (campanien sup.)

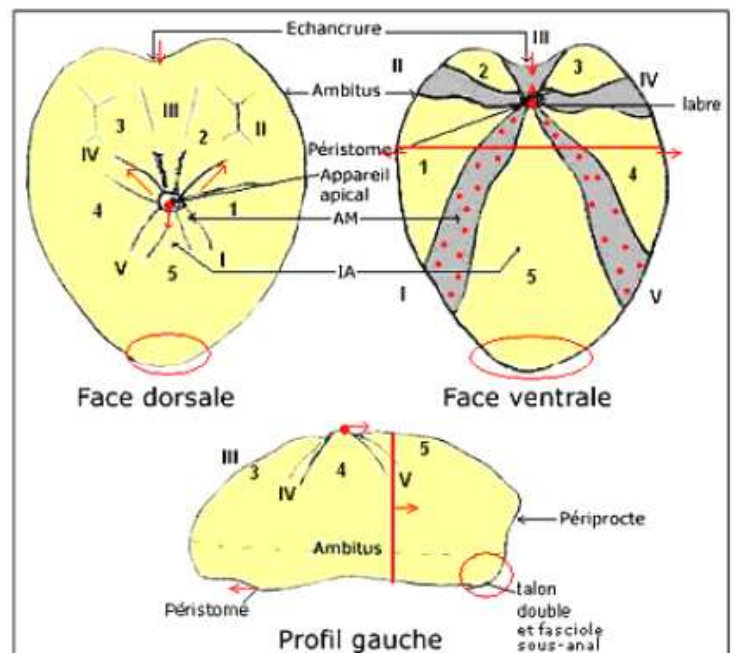
2) Retrait progressif des interambulacres pairs du péristome et recouvrement par le labre

A - au turonien ; B - au coniacien supérieur et santonien ; C - au campanien

3) Extension de la plaque madréporique

A - *M. leskei* (turonien sup.) ; B - *M. turonensis* (coniacien) ; C - *M. coranguinum* (santonien) ; *M. mengaudi* (campanien)

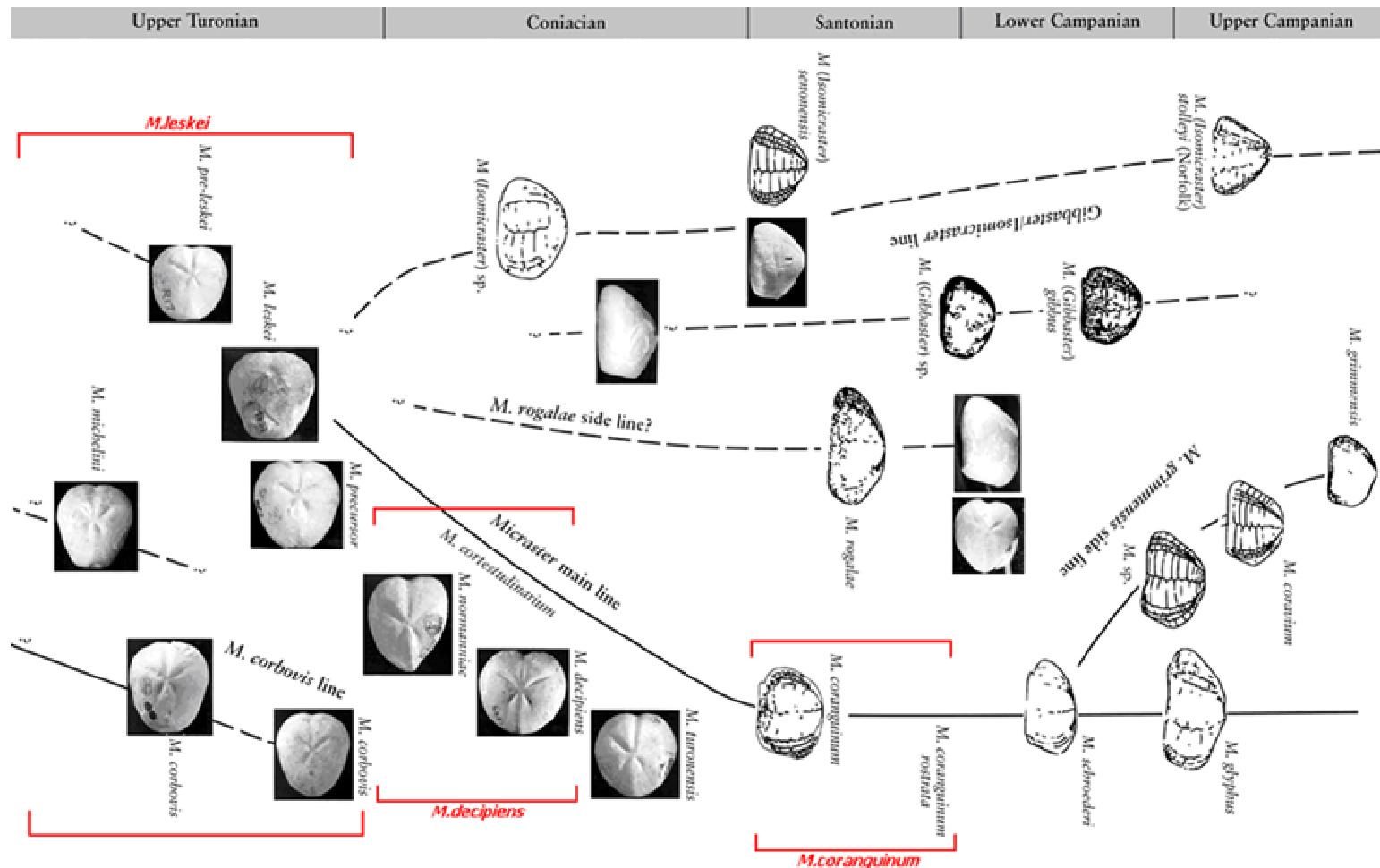
Image prélevée dans le hors série Minéraux et fossiles n°10 "les oursin 2"



Quelques caractères pris en compte dans l'identification des *Micraster*. Ce qui est en rouge représente l'évolution de certains de ces caractères au cours du temps. Les numéros sont ceux des ambulacres (chiffres romains) et interambulacres (chiffres arabes). Image retouchée par S. Maillet

Caractères pris en compte	Plésiomorphie ('ancestral')	→	Apomorphie ('dérivé')						
profil	déprimé	→	renflé						
	non caréné	→	caréné						
	abaissé dorsalement	→	élevé dorsalement						
test	étroit (plus long que large)	→	large (plus large que long)						
ambitus	trapézoïdal	→	cordiforme						
gibbosité du test	marquée	→	peu prononcée						
échancrure antérieure (ambulacre III)	peu profonde	→	profonde						
	peu tuberculeuse	→	tuberculeuse						
position du péristome	loin du bord	→	près du bord						
appareil apical	antérieur	→	postérieur						
position du périprocte	haut	→	bas						
zone interporifère du pétale antérieur (III)	lisse à suturée	→	subdivisée à renflée	→	divisée				
zone interporifère des pétales antérieurs pairs (II et IV)	lisse à suturée	→	subdivisée à renflée	→	divisée				
zone interporifère des pétales postérieurs impairs (I et V)	lisse à suturée	→	subdivisée à renflée	→	divisée				
zones périplastrales	sablé	→	ponctué-caténulées	→	caténulé-verruculeux	→	verruqueux	→	tuberculeux
					très tuberculeux				
labrum	peu tuberculeux	→	très tuberculeux						
	peu saillant	→	saillant						
	recouvrement peu prononcé	→	recouvrement prononcé						
taille	petite (<40mm)	→	moyenne à grande (40mm)						
zone la plus large du test	antérieure	→	postérieure						
zone la plus haute du test	antérieure	→	postérieure						
longueur des ambulacres pairs antérieurs (II et IV)	courts	→	longs						
longueur des ambulacres impairs postérieurs (I et V)	courts	→	longs						
talon double	absent	→	développé						
Fasciole sous anal	absent	→	diffus	→	net				
Nombre de zygopores (pétales II et IV – antérieurs)	faible	→	élevé						
Nombre de zygopores (pétales I et V – postérieurs)	faible	→	élevé						
Forme des pores	Critère de reconnaissance spécifique								
Disposition des pores	Critère de reconnaissance spécifique								

Tableau de l'ensemble des caractères et critères évolutifs ou de reconnaissance spécifiques chez les *Micraster*. Réalisé par S.Maillet



Les différentes lignées de *Micraster* au crétacé supérieur. Image retouchée par S.Maillet

C - Tableau et valeur stratigraphique des espèces

	CENOMANIEN			TURONIEN			CONIACIEN			SANTONIEN			CAMPANIEN			MAESTRICHTIEN		
	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	IS	S	I	M	S
> ECHINODERMES																		
> ECHINIDES																		
> IRREGULIERS																		
> ATELOSTOMES																		
> SPATANGOIDAE																		
> Micrasteridae																		
Province indo-malgache																		
<i>M. borchardi</i>																		
<i>M. coraviun</i>																		
<i>M. cortestudinarium (sp.A)</i>																		
<i>M. fastigatus</i>																		
<i>M. nobilis</i>																		
<i>M. sp. (Bornholm)</i>																		
<i>M. stolleyi</i>																		
Province nord-européenne																		
<i>M. borchardi</i>																		
<i>M. brongniarti</i>																		
<i>M. bucaillei</i>																		
<i>M. coranguinum</i>																		
<i>M. corcolombarium</i>																		
<i>M. glyphus</i>																		
<i>M. grimmensis</i>																		
<i>M. rogalae</i>																		
<i>M. schroederi</i>																		
<i>M. sismondai</i>																		
Province anglo-parisienne																		
<i>M. borchardi</i>																		
<i>M. coranguinum rostratus</i>																		
<i>M. coranguinum var simpsoni</i>																		
<i>M. coranguinum</i>																		
<i>M. corbovis</i>																		
<i>M. decipiens (=cortestudinarium sp.B)</i>																		
<i>M. (Gibbaster) gibbus</i>																		
<i>M. gosseleti</i>																		
<i>M. leskei var 1 (=breviporus)</i>																		
<i>M. leskei var 2</i>																		
<i>M. normanniae</i>																		
<i>M. renati</i>																		
<i>M. westlakei</i>																		
Province touraine-aquitaine																		
<i>M. borchardi</i>																		
<i>M. corbovis</i>																		
<i>M. decipiens</i>																		
<i>M. leskei var 1 (=breviporus)</i>																		
<i>M. regularis</i>																		
<i>M. turonensis (=intermedius)</i>																		
Province pyrénéenne																		
<i>M. antiquus</i>																		
<i>M. aturicus</i>																		
<i>M. borchardi</i>																		
<i>M. brevis</i>																		
<i>M. decipiens</i>																		
<i>M. douvillei</i>																		
<i>M. gourdoni</i>																		
<i>M. heberti</i>																		
<i>M. leskei var 1 (=breviporus)</i>																		
<i>M. mengaudi</i>																		
<i>M. corbaricus</i>																		
<i>M. matheroni</i>																		
Province algéro-tunisienne																		
<i>M. borchardi</i>																		
<i>M. decipiens</i>																		
<i>M. leskei var 1 (=breviporus)</i>																		
<i>M. peini</i>																		
<i>M. solignaci</i>																		

> Micrasteridae	CENOMANIEN			TURONIEN			CONIACIEN			SANTONIEN			CAMPANIEN			MAESTRICHTIEN			Tertiaire
	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S	
Autres espèces																			
<i>M. (Epiaster) distinctus</i>																			
<i>M. icaunensis</i>																			
<i>M. beonensis</i>																			
<i>M. brevis</i>																			
<i>M. (Epiaster) laxoporus</i>																			
<i>M. (Pseudogibbaster) tercensis</i>																			(thanétien)
<i>M. (Epiaster) michelini</i>																			
<i>M. sanctae-maurae</i>																			
<i>M. (Isomicraster) senonensis</i>																			
<i>M. burgiensis</i>																			
<i>M. latiporus</i>																			
<i>M. carentonensis</i>																			

Tableau stratigraphique des *Micraster* établi à l'aide de 'Royaumes et provinces fauniques du crétaé établis sur la base d'une étude systématique du genre *Micraster*' – R.B.Stockes. (Légende = noir : présent ; gris : First Occurrence ou Last Occurrence ; bleu : incertain ; blanc : absence). Synthèse stratigraphique réalisée par S.Maillet

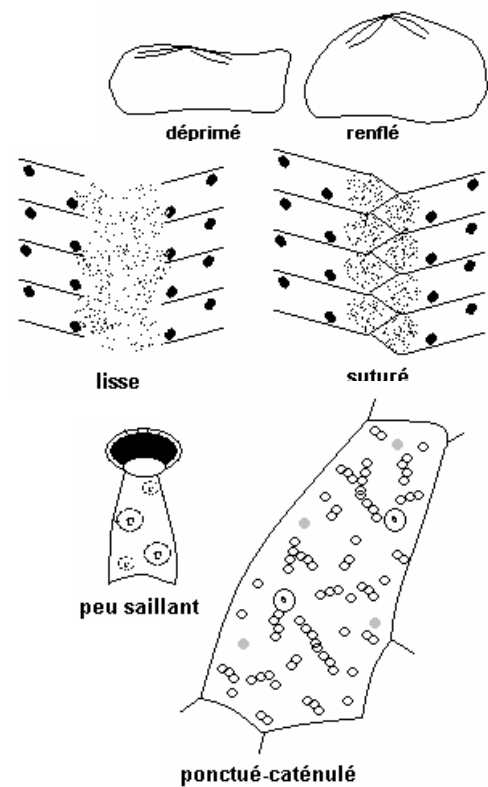
D - Quelques exemples de *Micraster* (lignée *leskei*-*decipiens*-*coranguinum*) et leurs caractères

1 - *Micraster leskei* (*sensu lato*) :

* *Micraster leskei* DESMOULINS, 1837 (= *M. leskei* morphe trapézoïdal)

(holotype : inconnu)

- Turonien supérieur
- petite taille (30 à 50mm de long)
- profil déprimé ou parfois renflé
- ambitus allongé, étroit et trapézoïdal
- position de son appareil apical souvent antérieure (vers l'échancrure), rarement centrale
- échancrure antérieure peu profonde
- pétales antérieurs (II et IV) courts
- gibbosité
- position du péristome en moyenne de 22% de la longueur totale de l'individu (1/3 à 1/4 de la longueur totale)
- position du périprocte est de 68% en moyenne de la hauteur totale (assez haut, dorsal)
- zones interporifères des pétales lisses ou suturées
- zones périplastrales ponctuée-caténulées (fins granules)
- labrum large à sa base, recouvert de quelques tubercules, peu saillant



< *Micraster leskei*, turonien supérieur, Normandie (coll. privée S.Maillet)

* *Micraster beonensis* GAUTHIER, 1886 (= *M. leskei* morphe cordiforme)

(holotype : coll. Péron)

- Turonien supérieur à coniacien basal
- petite taille (30 à 50mm de long)
- profil renflé
- ambitus allongé, étroit, cordiforme
- position de son appareil apical souvent antérieure (vers l'échancrure), rarement centrale
- échancrure antérieure peu profonde
- pétales antérieurs (II et IV) courts
- position du péristome en moyenne de 22% de la longueur totale de l'individu (1/3 à 1/4 de la longueur totale)
- position du périprocte est de 68% en moyenne de la hauteur totale (assez haut, dorsal)
- zones interporifères des pétales lisses ou suturées
- zones périplastrales ponctuée-caténulées (fins granules)
- labrum peu saillant

* *Micraster corbovis* FORBES, 1850 (*M. leskei* de grande taille, sp. incertaine)

(holotype : E 30157 British Museum)

- Turonien supérieur
- grande taille
- test fin
- pétales courts
- péristome loin du bord

* *Micraster sanctaemaurae* GAUTHIER, 1886

(holotype : petit spécimen déformé et fragments étudié par Gauthier)

- Turonien supérieur
- Espèce mal définie, basé sur l'étude d'un petit spécimen très déformé
- Sûrement un *M. leskei* juvénile

* *Micraster leskei* var. *joviniacensis* LAMBERT & THIERY

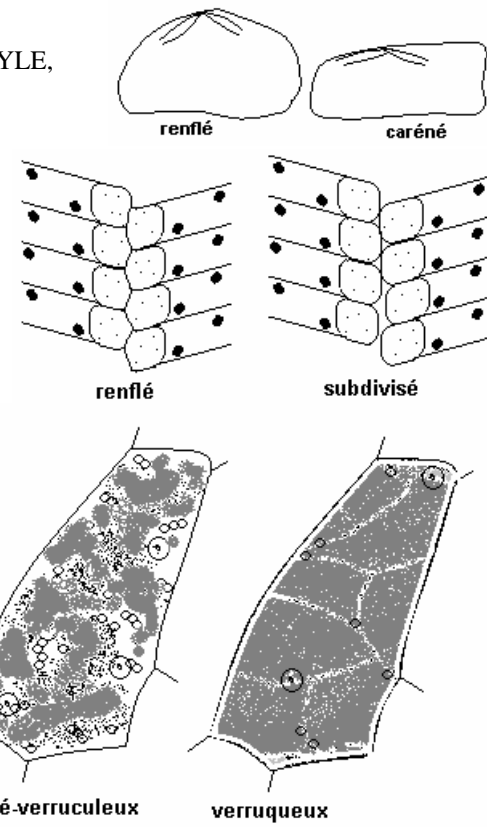
(holotype : petit spécimen étudié par Lambert & Thiery)

- Turonien supérieur
- Espèce mal définie, basé sur l'étude unique d'un très petit spécimen
- Il s'agit en réalité d'un *M. leskei* juvénile (péristome non labié)

2 - *Micraster decipiens (sensu lato)* :

* *Micraster decipiens* BAYLE, 1878 (= *M. decipiens* morphe cordiforme, *Spatangus decipiens* BAYLE, *Micraster cortestudinarium* COTTEAU)
(holotype inconnu ; référence prise en compte : coll. Fortin)

- Coniacien
- profil renflé-caréné (bombé, section postérieure très haute)
- taille moyenne à grande (50-70mm de long)
- ambitus arrondi, cordiforme (parfois allongé et trapézoïdal)
- appareil apical presque central
- périprocte bas
- péristome assez éloigné du bord antérieur (1/5 de la longueur totale)
- zone interporifère du pétale antérieur est subdivisée, parfois renflée.
- zone périplastronale du pétale antérieur est de type caténuilé-verruculeux ou verruqueux.
- de profil, la face supérieure est un arc régulier.
- labrum saillant (recouvre à moitié le péristome).



^ *Micraster decipiens* (et *Conulus albogalerus* sur bloc), coniacien inférieur, Normandie (coll. privée S.Mailliet)

NB : les échinologistes anglosaxons ne reconnaissent pas l'espèce *M. decipiens* et gardent comme valide l'espèce *M. cortestudinarium*.

* *Micraster normanniae* BUCAILLE, 1883 (= *M. decipiens* morphe trapézoïdal)
(holotype : coll. Bucaille)

- coniacien
- ambitus allongé, trapézoïdal
- profil aplati, déprimé
- troncature postérieure rentrante
- périprocte assez bas
- péristome assez éloigné du bord antérieur
- appareil apical presque central
- zone interporifère soit renflée, soit subdivisée
- zone périplastronale de type caténuilé-verruculeux.

* *Micraster renati* GAUTHIER, 1886 (= *Epiaster renati* GAUTHIER)
(holotype : coll. Péron)

- coniacien inférieur
- profil élevé
- zones périplastronales à faible relief
- fasciole sous-anal diffus

* *Micraster icaunensis* LAMBERT, 1895
(holotype : coll. Lambert)

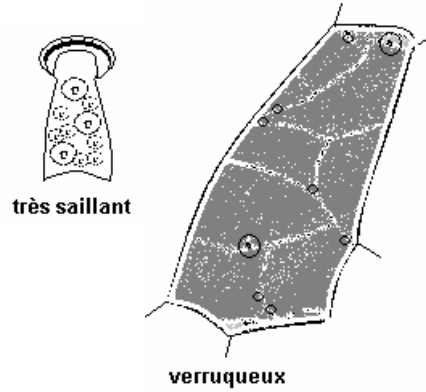
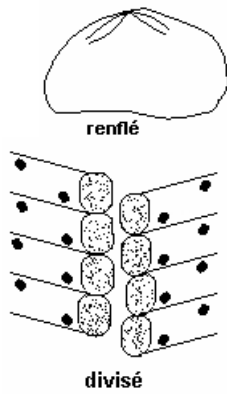
- coniacien inférieur
- zones périplastronales et interporifères moins ornementées que *M. decipiens*
- fasciole sous-anal net
- ambulacre III peu développé

3 - *Micraster coranguinum* (sensu lato) :

* *Micraster coranguinum* KLEIN, 1734

(holotype : inconnu)

- santonien
- ambitus cordiforme
- taille moyenne à grande (50 à 90mm de long)
- arrondi et échancré à l'avant
- profil renflé, mais forme assez variable (étroite et haute / large et aplatie)
- appareil apical subcentral (postérieur)
- péristome peu éloigné du bord (1/8 environ de la longueur totale)
- périprocte bas (66% de la hauteur totale)
- zone interporifère divisée
- zone périplastronale de type verruqueux.
- échancrure antérieure assez profonde.
- labrum saillant



^ *Micraster coranguinum*, santonien inférieur, Picardie (coll. privée S.Maillet)

* *Micraster coranguinum* var. *rostratus* MANTELL, 1822

(holotype : inconnu)

- campanien
- très voisin de *M. coranguinum*
- taille moyenne à grande
- appareil apical subcentral
- péristome
- labrum qui recouvre l'ouverture.
- forme élevée
- face supérieure saillante vers arrière
- 37 pores dans une rangée de pétales pairs.

* *Micraster coranguinum* var. *simpsoni* STOKES, 1975

(holotype : inconnu)

- campanien
- taille moyenne
- échancrure antérieure peu profonde
- profil à face supérieure légèrement déclinée en arrière
- périprocte assez bas
- labrum arrondi

Lexique utile

- * **ambitus** : contour le plus grand du test
- * **ambulacre** : zone supportant les tubes ambulacraires (podia), permettant de se déplacer
- * **appareil apical** : ancien appareil génital, situé à la jonction des pétales, dorsal.
- * **fasciole sous-anal** : bande étroite visible sur le test, située sous le périprocte, entourant en général le talon double chez les *Micraster*
- * **labrum** : lèvre permettant de racler le sédiment
- * **périprocte** : ancien anus, situé postérieurement.
- * **péristome** : ancienne bouche, située ventralement
- * **plaque madréporique** : plaque de l'appareil apical, criblée et permettant à l'eau de circuler dans le système aquifère de l'animal
- * **talon double** : protubérance double située sous le périprocte, chez les *Micraster* évolués
- * **zones interporifères des pétales** : zones situées à la jonction des 2 rangées de pores des ambulacres sur la face dorsale
- * **zones périplastrales** : zones situées sur la face ventrale, autour du plastron

Bibliographie

- Fouray, M. 1981. « L'évolution des *Micraster* (Echinides; Spatangoides) dans le Turonien-Coniacien de Picardie Occidentale (Somme), intérêt biostratigraphique ». *Annales de Paleontologie, Invertébrés* 67, 81-134.
- Fouray, M. 1981. « Morphologie et structure du test de *Micraster* (echinoidea - spatangoida) ». *Actes de museum de Rouen* 1981-6, 387-449.
- Fouray, M. 1982. « Le mode de vie de MICRASTER (Oursin spatangoïde de Crétacé supérieur) ». *Actes de museum de Rouen* 1982-2, 14-41.
- Fouray, M. 1983. « Éléments de biozonation et révision des *Micraster* de la base du Sénonien stratotypique ». *Actes de museum de Rouen* 1983-5 157-163.
- Fouray, M. et David B. 1983. « Variations ontogéniques chez *Micraster leskei* ». *Actes de museum de Rouen* 1983-5, 149-155.
- Robert Brendan STOKES, « Royaumes et provinces fauniques du crétacé établis sur la base d'une étude systématique du genre *Micraster* »
- Bruno David et Monique Fouray, « Variabilité et disjonction évolutive des caractères dans les populations de *Micraster* du crétacé supérieur de Picardie » *Geobios*, n°17, fasc.4 p447-47, 21fig.,4 tabl., Lyon, 1984.
- Léon Moret, « Manuel de Paléontologie animale »
- Patrice Lebrun, « les oursins n°2 ». *Hors Série Minéraux et Fossiles* n°10.

Pour des compléments d'informations et des précisions, voir les travaux sur le genre *Micraster* de : *A.d'Orbigny* (1853), *E.Hébert* (1856, 1876), *G.Cotteau* (1876, 1878), *E.Bayle* (1878), *J.Lambert* (1878, 1882, 1895, 1901, 1924), *E.Bucaille* (1883), *V.Gauthier* (1886, 1887), *A.Péron* (1887), *L.Cayeux* (1890), *H.Parent* (A892), *R.B.Stockes* (1975, 1976), *Rowe* (1899), *Kermack* (1954), *Ernst* (1970), *Nichols* (1959), *Schlüter* (1869)

Liens intéressants

- <http://www.micraster.nl/> (site sur les *Micrasters*)
- <http://pagesperso-orange.fr/asso.geol.aube/fossiles/pagreper/ammrep.htm> (sites sur les ammonites, échinides et bélemnites repères)
- <http://www.echinologia.fr> (site très complet sur les oursins)
- <http://www.univ-lehavre.fr/cybernat/pages/oursfoss.htm>
- <http://www.somniosus.be/>