

Université L'Arbi Ben M'hidi de Oum El Bouaghi

Faculté des sciences de la terre et d'Architecture

Département de géologie

Module / Micropaléontologie

2<sup>ème</sup> Année Licence Géologie

M<sup>me</sup> A. OUDDAH

## Initiation à la Micropaléontologie

### **I. Définitions :**

La micropaléontologie est une division de la paléontologie dont l'objet est l'étude des fossiles de petites dimensions.

Ces fossiles peuvent se classer de la façon suivante :

- les microfossiles (dimensions comprises entre 0,05 mm et quelques mm) ;
- les nannofossiles (dimensions inférieures à 50 µm) ;
- les organites ou fragments isolés de macrofossiles reconnaissables à leur forme et/ou leurs caractères microstructuraux.

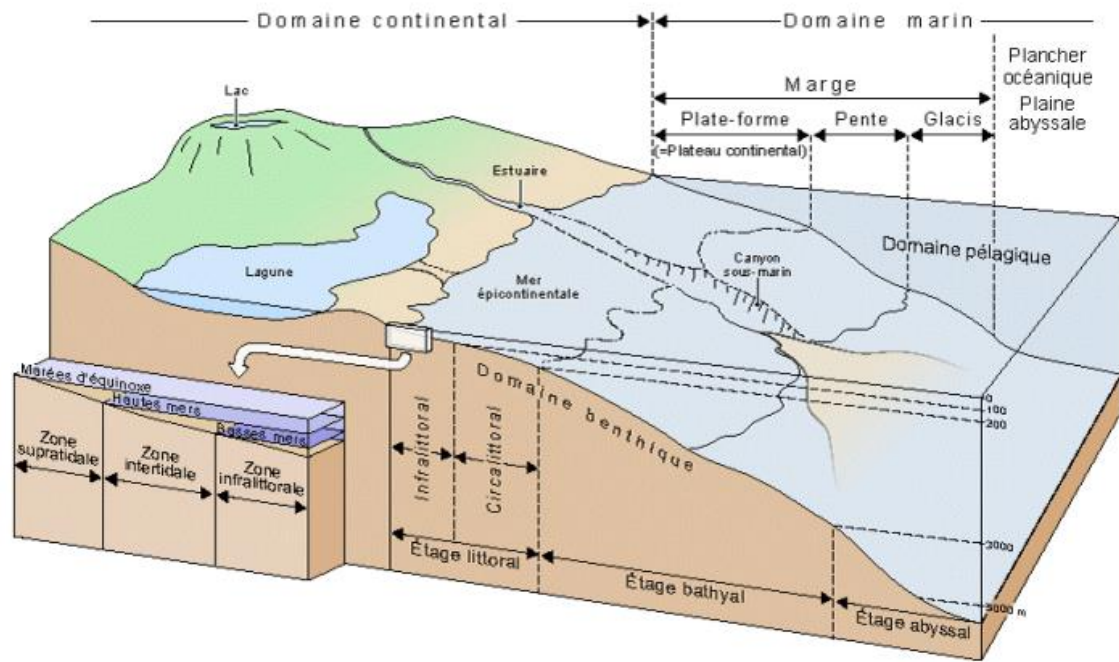
### **II. Intérêts de la micropaléontologie :**

- les fossiles de petite taille sont abondants, plus que les macrofossiles et plus facile à étudier ;
- ce sont de bons marqueurs stratigraphiques, ils permettent de dater les couches ;
- bons indicateurs des conditions Paléo-écologiques, tous les micros fossiles donnent des informations sur les facteurs du milieu (les conditions de leur dépôt) ;
- Évolutifs : se sont de très bons exemples des modalités évolutives des êtres vivants.

### **III. Microfossiles et milieu de fossilisation :**

Les milieux de vie sont nombreux, les modes de vie également, leur étude conduit à identifier les paramètres suivants :

- L'environnement : on distingue surtout le domaine marin avec le plateau (ou plate-forme continentale), qui correspond au domaine littoral est subdivisé en étages infralittoral et circalittoral. L'étage bathyal, englobe la pente continentale (ou talus) et le glacis jusqu'à une profondeur d'environ 3000 m. L'étage abyssal se situe au-delà de 3000m. On distingue également le domaine continental (domaine lacustre, lagunaire, fluviale...). (Fig.1)



**Fig. 1** - Les principales subdivisions morphologiques et écologiques du milieu marin

- Modes de vie : On distingue les formes benthiques vivant sur le fond, soit directement sur le substratum (épibiontes), soit enfoncées dans celui-ci (endobiontes), les formes pélagiques qui sont soit nageuses (nectons), soit passivement entraînées par les eaux (planctons).
- Sensibilité aux facteurs externes : En plus de la profondeur des fonds et les différents modes de vie, divers facteurs interviennent :
  - la lumière : indispensable aux Algues pour la photosynthèse, elle s'atténue rapidement en traversant l'eau. Ainsi la majorité du phytoplancton vit dans les quinze premiers mètres.
  - la température : influe sur la distribution géographique, par exemple les Diatomées prolifèrent dans les régions polaires, les Radiolaires dans les mers chaudes.
  - la turbidité : peut atténuer la transparence des eaux et par conséquent la lumière.
  - les substances nutritives qui sont indispensables à la vie avec l'oxygène pour les animaux et la lumière pour les végétaux. Il s'agit surtout de phosphates, nitrates et carbone organique. Les phytoplanctons sont particulièrement liés à l'abondance du nutriment.

Université L'Arbi Ben M'hidi de Oum El Bouaghi

Faculté des sciences de la terre et d'Architecture

Département de géologie

Module / Micropaléontologie

2<sup>ème</sup> Année Licence Géologie

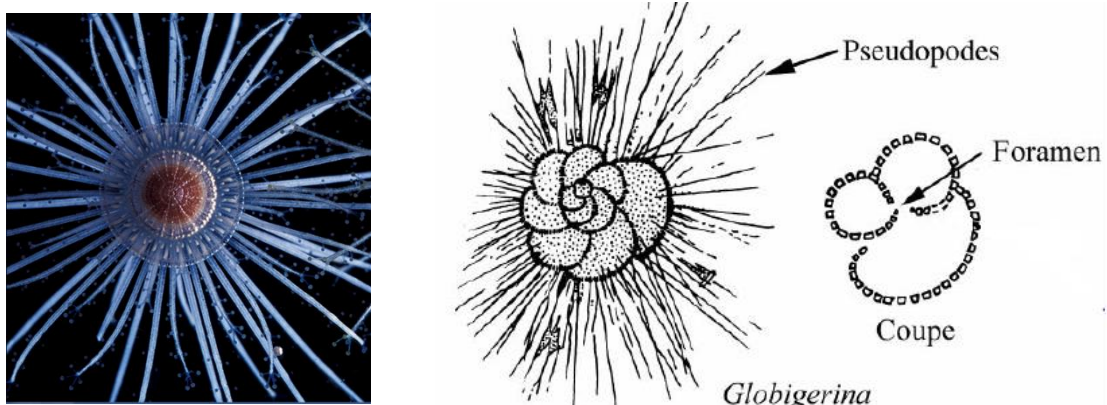
M<sup>me</sup> A. OUDDAH

## Les Foraminifères

### I- Caractères généraux

Les **foraminifères** sont des Protozoaires pourvus d'une coquille (**Test**) constituée de loges successives communiquant entre elles par des orifices appelés foramens. Les loges sont séparées les unes des autres par des cloisons. La dernière loge communique avec l'extérieur par une ou plusieurs ouvertures (Fig.1). Le cytoplasme, qui emplit entièrement toutes les loges, sort par les ouvertures et recouvre extérieurement le test d'où il émet des **pseudopodes** filamenteux fins; ceux-ci jouent un rôle important dans les activités vitales : déplacement, nutrition, construction de nouvelles loges, ...etc.

Leur taille est généralement comprise entre 0,1 et 1 mm ; certains peuvent atteindre 10 cm ou plus (grands foraminifères)



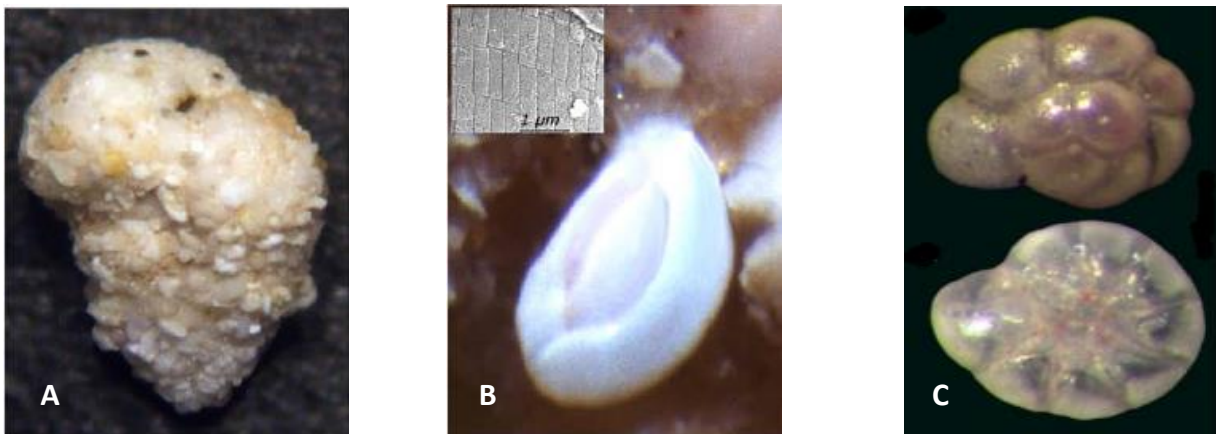
**Fig.1.** Forme générale de Foraminifères

## II- Tests de foraminifères

La nature et l'architecture du test sont les caractères de base de la classification des foraminifères.

### II.1- nature du test :

- Test organique, non-minéralisé (chitinoïde) : Il s'agit essentiellement de formes uniloculaires qui ont été très peu étudiées par les micropaléontologues, du fait de leur faible potentiel de préservation dans les assemblages fossiles.
- Test agglutinés : la paroi d'un Foraminifère agglutinant a un aspect composite, avec un agglutinat (grains de quartz, débris d'organismes ...) emprunté au milieu et un ciment secrété de nature organique ou minérale.
- Test calcitiques : il y'a 3 types de tests calcitiques (Fig. 2):
  - porcelané : la paroi calcaire, entièrement secrétée par l'animal, a un aspect uniforme. Elle est imperforée, lisse et homogène, blanche à ambrée, brillante, avec un aspect de porcelaine.
  - calcitique hyalin : la paroi, également secrétée, est perforée, lisse ou non (dans ce dernier cas, les irrégularités sont de même nature que le reste de la paroi), d'aspect vitreux, transparent ou translucide
  - calcitique microgranulaire : composé comme chez les porcelanés et les hyalins de microcristaux de calcite, mais souvent agencés de façon à donner un aspect strié aux sections on parle alors de paroi pseudofibreuse.
- Test aragonitique : l'aragonite se transforme toujours en calcite mais on trouve quelques rares tests aragonitiques fossilisés.



**Fig.2.** Différentes natures de test de foraminifères : A) Test agglutiné. B) Test calcitique porcelané. C) Test hyalin)

## II.2- Architecture du test

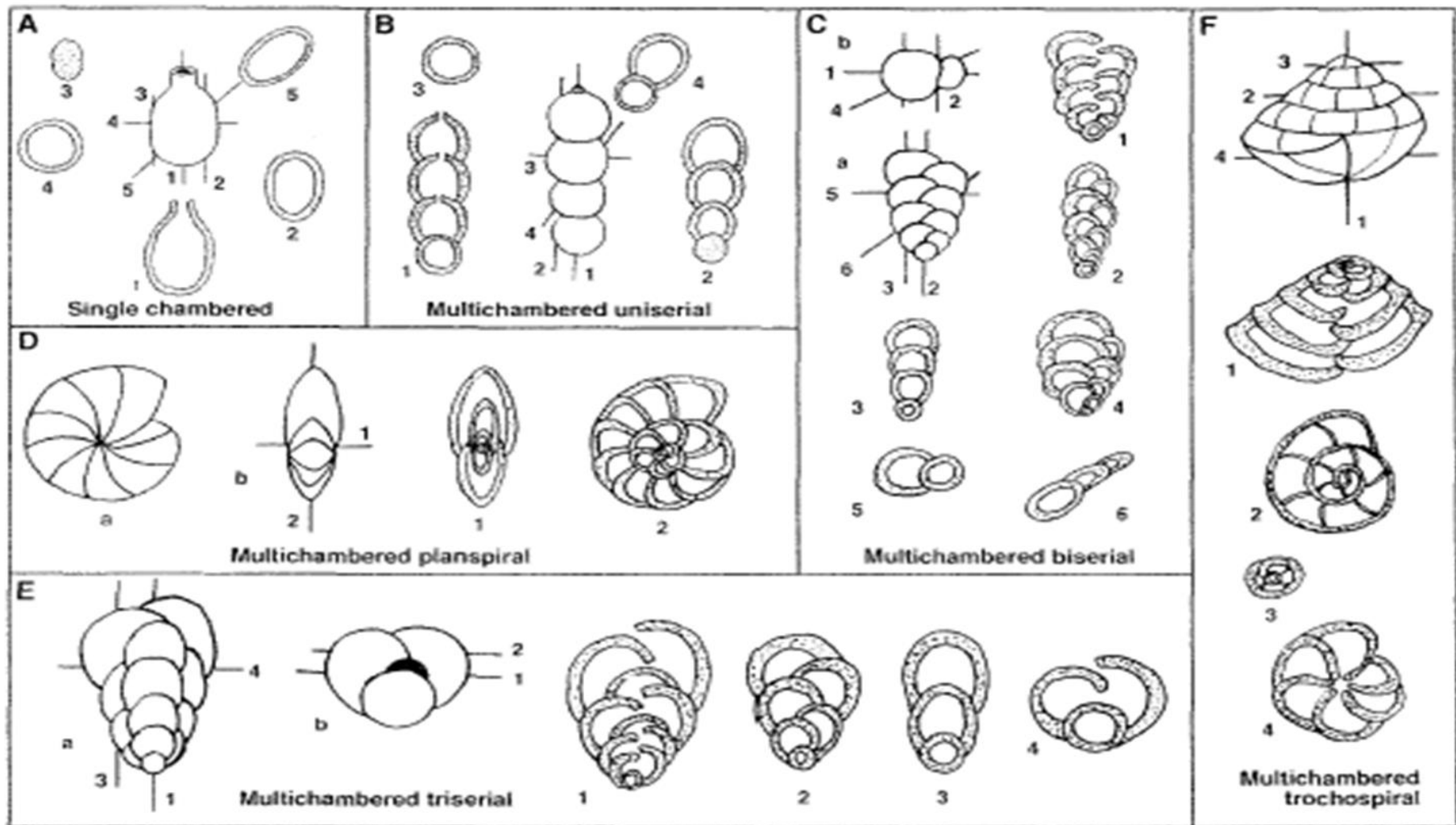
### A - Arrangement des loges

A.1- uniloculaire : la forme la plus simple, est composée d'une seule loge sphérique ou tubulaire.

A.2- multiloculaire : Le plus souvent, le test comporte plusieurs loges. Ces loges sont ajoutées au test préexistant au cours d'une phase de croissance. Les nouvelles loges, séparées par des cloisons, sont de taille croissante. La jonction entre deux loges successives, parfois visible à l'extérieur du test, est appelée suture.

Le nombre de loges, leur forme, leur agencement et l'aspect général des tests multiloculaires, sont extrêmement variés, on distingue :

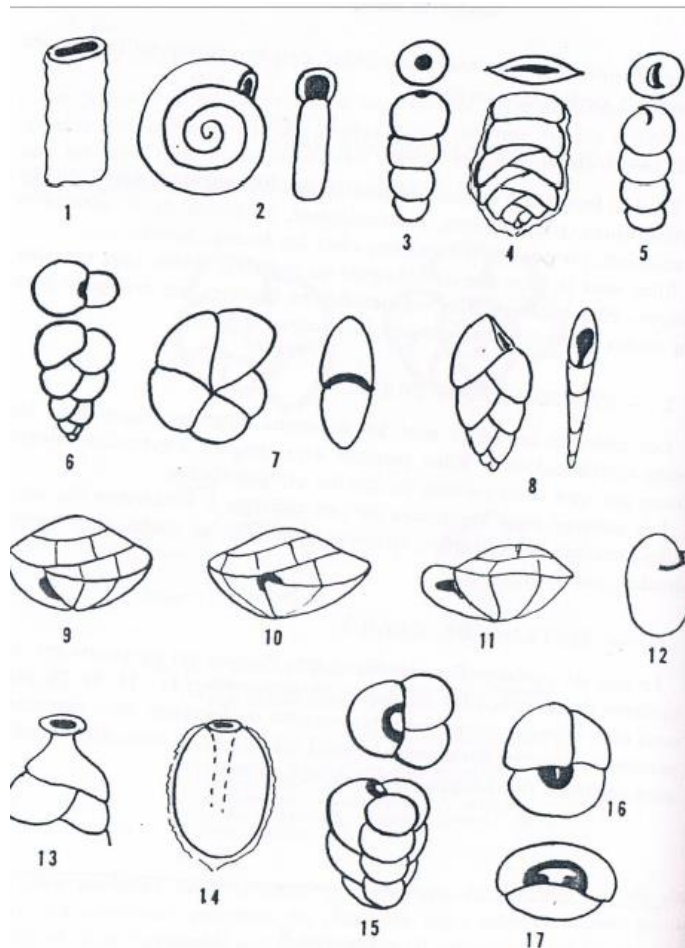
- ✓ Test rectiligne : dans le mode rectiligne ou arqué, les loges sont agencées selon un axe droit ou courbe. S'il n'y a qu'une série de loges, le test est unisériel. S'il y en a plusieurs séries, il est bi-, tri- ou multi- sériel.
- ✓ Test enroulé :
  - Planispiralé : Les loges sont disposées dans un plan perpendiculaire à l'axe d'enroulement. Si tous les tours d'enroulement sont visibles, le test est dit évolutive ; si seul le dernier tour d'enroulement est visible, le test est dit involute.
  - Trochospiralé : les loges sont disposées selon une spire trochoïde. Si les différents tours sont serrés, la trochospire est basse. Le test du Foraminifère est lenticulaire et ses deux faces sont dissymétriques : une face (spirale) est évolutive, l'autre face (ombilicale) est involute. Les Miliolidés présentent une disposition particulière, dite "pelotonnée".



**Fig. 3-** Common test morphologies of foraminifera: Some common external shapes and chamber arrangement patterns in foraminiferal tests.

## B - Types d'ouvertures

- Nature : elle est soit simple, radiée, multiple ou avec une dent.
- Forme : la forme de l'ouverture est soit ronde ou en fente.
- Position : l'ouverture peut être terminale, basale ou ombilicale.



**Fig. 4 :** Différents types d'ouvertures simples :  
1-2 : à l'extrémité d'une loge tubulaire. 3 : terminale ronde .4 : terminale en fente  
5 : subterminale en croissant.  
6 : basale.7 : fente basale. 8 : basale en virgule. 9 : médiane, ventrale.  
10 : périphérique. 11 : perpendiculaire à l'axe de l'enroulement  
12 : latérale. 13 : terminale portée par un col. 14 : terminale avec tube interne  
15 : semi-circulaire avec plaque. 16 : avec dent simple. 17 : avec dent bifide.

## C - Ornementation de la surface du test

L'ornementation intéresse la surface du test, lisse ou recouverte de stries, de tubercules, d'épines, etc. ; les sutures, simples ou limbées (soulignées par un bandeau plus ou moins large) ; la périphérie du test, soulignée ou non par des épines et l'ombilic, libre ou occupé par un ou plusieurs boutons.

## **III- Éléments de systématique**

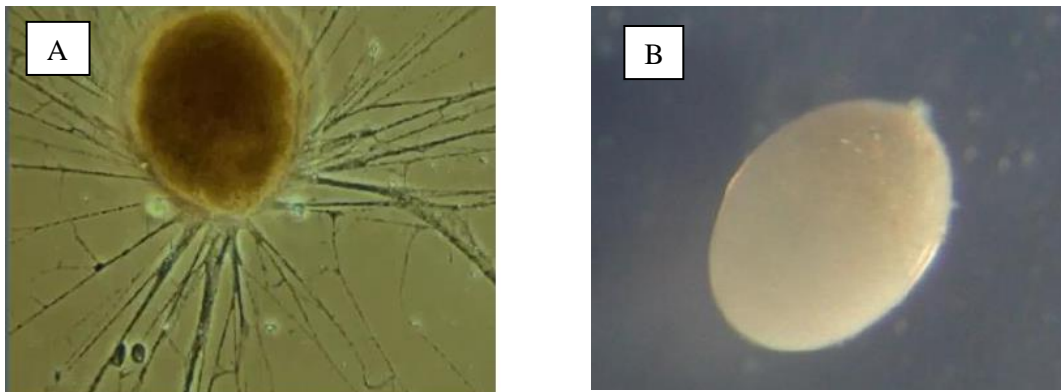
La plupart des classifications des composants de l'Ordre des Foraminifères sont fondées sur la nature de la paroi, puis l'agencement des loges et les types d'ouverture. Ainsi l'Ordre des ALLOGROMIIDA rassemble les foraminifères à tests organiques alors que ceux à tests minéralisés sont classés en 15 ordres dont les plus importants sont les suivants :



### III.1- Foraminifères à test organique

#### Sous-Ordre **ALLOGROMIIDA**

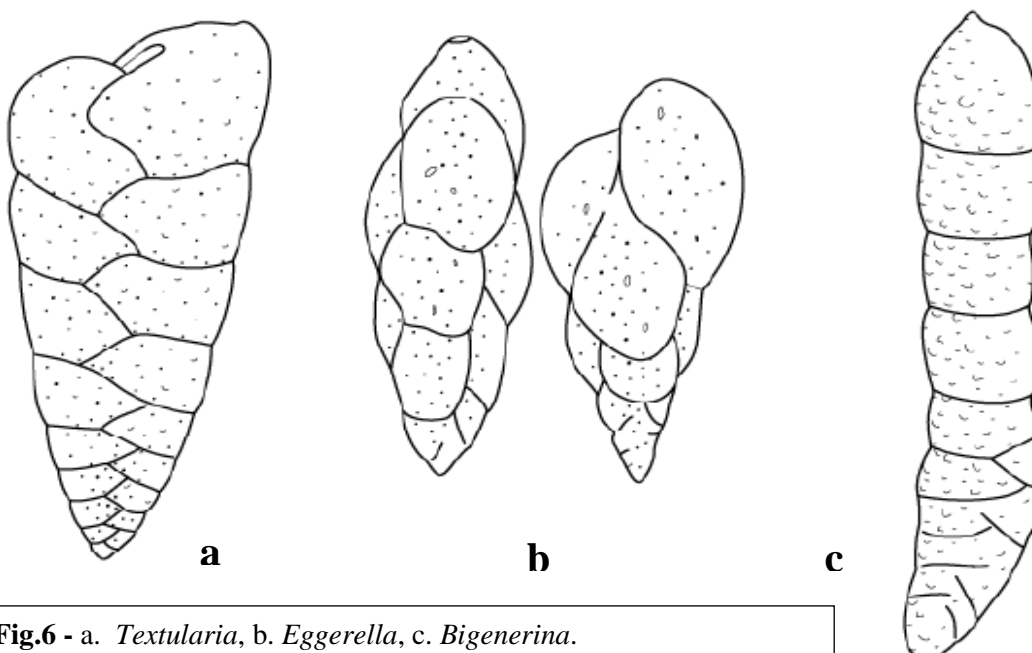
Famille **LAGYNACEA** : Uniloculaire ; forme tubulaire, sphérique ou évasée ; test chitinoïde, matériel agglutinant pour certains genres ; sont présent du Paléozoïque jusqu'à l'actuel ; c'est des foraminifères benthiques sessiles et vagiles. (Ex : *Allogromia*).



**Fig. 5** : *Allogromia laticollaris* (A- forme vivante, B- test fossile).

### III.2- Foraminifères à test agglutiné

III.2- A – Sous-Ordre des **TEXTULARIIDA** (Cambrien-Actuel) : Petits foraminifères formés de loges sériées Certaines formes peuvent avoir un arrangement des loges différent : arrangement tri-sérié ou arrangement bisérié puis unisérié, l'ouverture est souvent basale ou terminale.

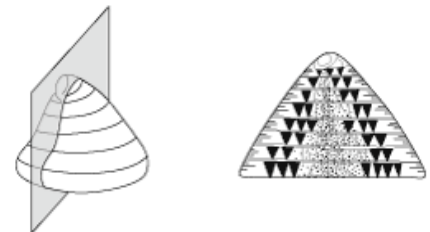
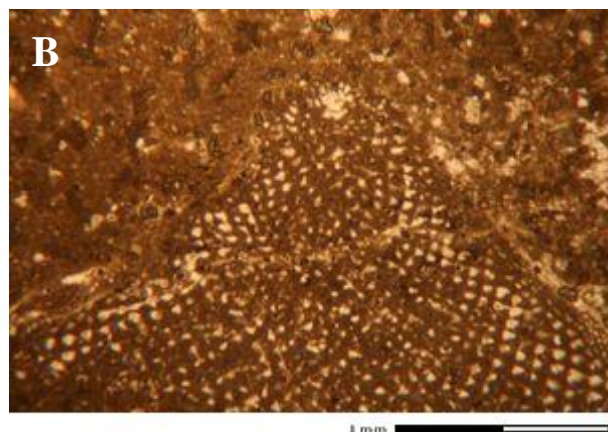
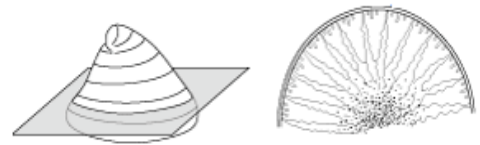
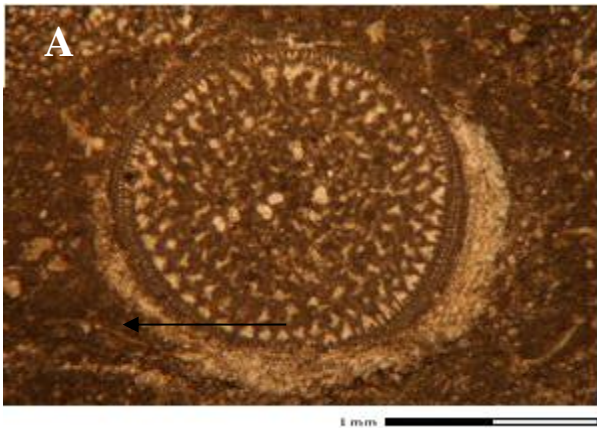
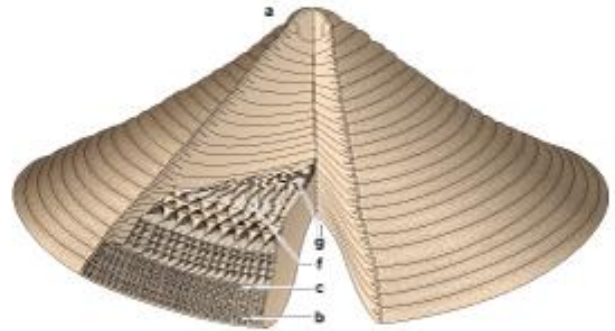


**Fig.6** - a. *Textularia*, b. *Eggerella*, c. *Bigenerina*.



III.2-B- ORDRE DES **ORBITOLINIDA** (Jurassique – Eocène) : Test conique, trochospiralé au stade jeune, devenant rectiligne unisérié au stade adulte. Dans chaque loge se distinguent trois zones :

- Une zone marginale occupée par des cloisonnettes périphériques transverses, axiales (b) et radiales (c) ;
- Une zone inframarginale occupée par le prolongement des cloisonnettes radiales en lames épaissies et ondulées (f) ;
- Une zone centrale où les cloisonnettes radiales se soudent (g).

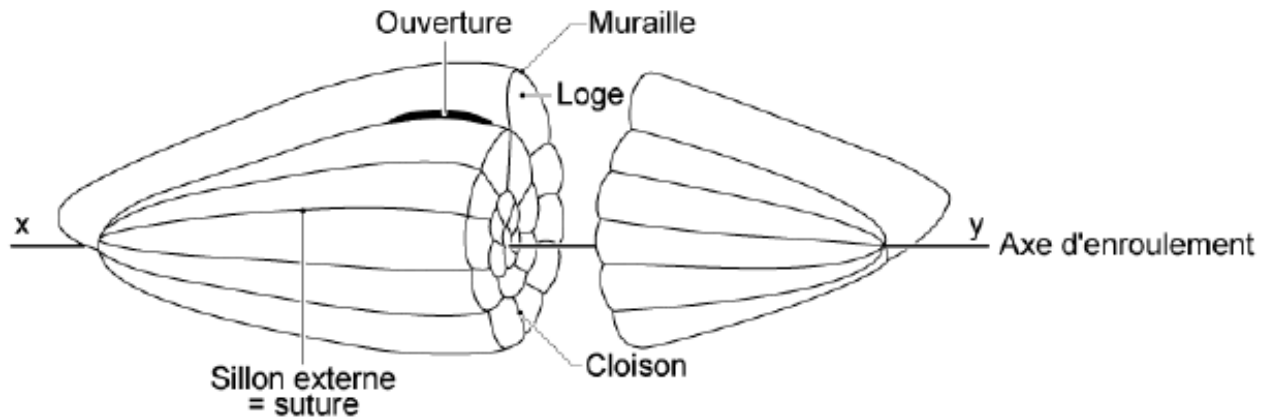


**Fig.7-** Sections d'une *Orbitolina* en lame mince. A) Section transverse ; B) section axiale.

### III.3 - Foraminifères à test microgranulaire

III.3-A- Sous-Ordre des **FUSULINIDA** (Carbonifère au Permien) : Test en fuseau, formé par l'enroulement autour d'un axe d'une lame spirale déterminant des loges plus ou moins allongées (Fig. 8).

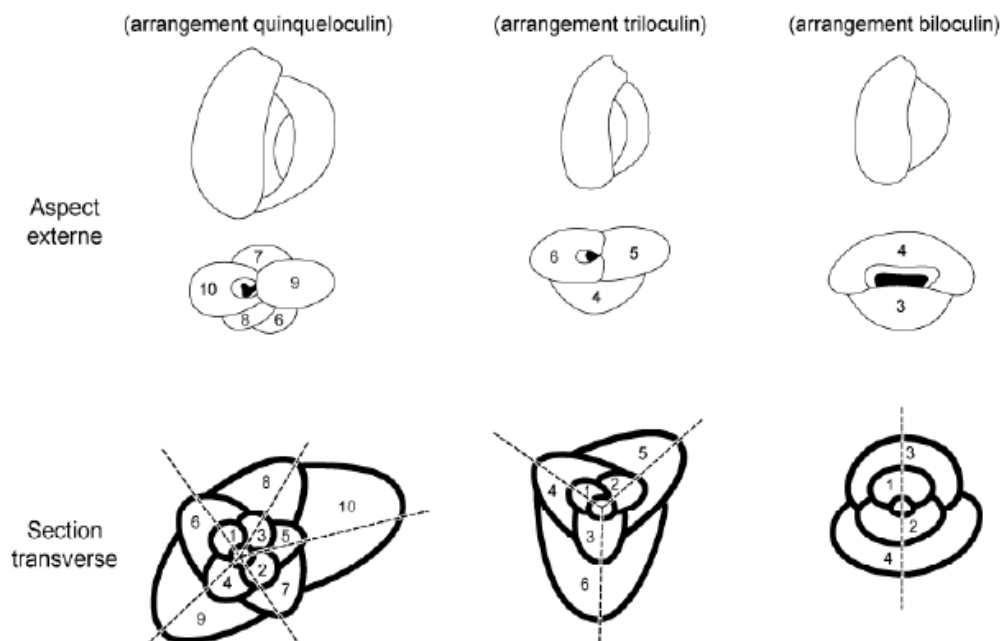
Les Fusulinidés étaient marins, benthiques. Ils occupaient les domaines de plates-formes carbonatées largement ouverts sur l'océan et étaient associés à des algues et à des coraux.



**Fig. 8** - Schéma de Fusuline à cloisons rectilignes.

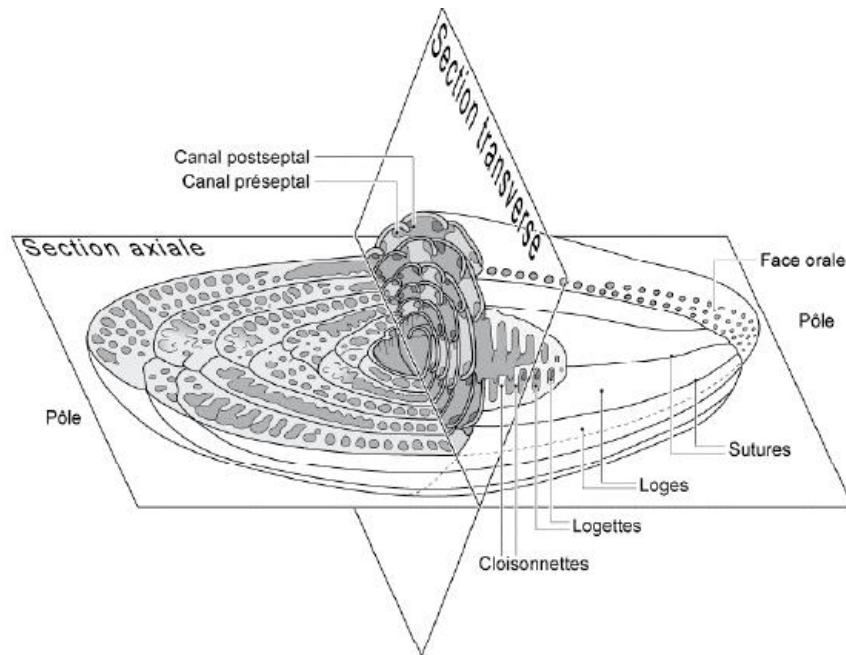
### III.4-A- Ordre des **MILIOLIDA**

1 - Super-famille des **MILIOLACEA** (Jurassique à Actuel) : test dit pelotonné : les loges sont accolées, disposées dans plusieurs plans. Ouverture avec une dent ou criblée (Fig. 9)



**Fig. 9**- Différents types de Milioles

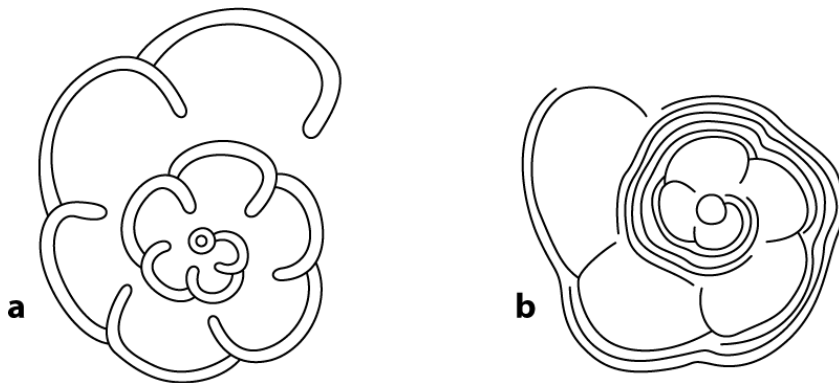
2 - Super-famille des **ALVEOLINACEA** : test planispiralé fusiforme formé par l'enroulement d'une lame spirale autour d'un axe déterminant des loges plus ou moins allongées.



**Fig. 10** - Bloc diagramme d'une *Alveolina*

III.5 - Foraminifères à test hyalin :

Ces tests peuvent être mono- ou pluri- lamellaires (Fig.11)



**Fig.11** - a) Structure d'un test non lamellaire (= monolamellaire) et b) celle d'un test lamellaire (= plurilamellaire).

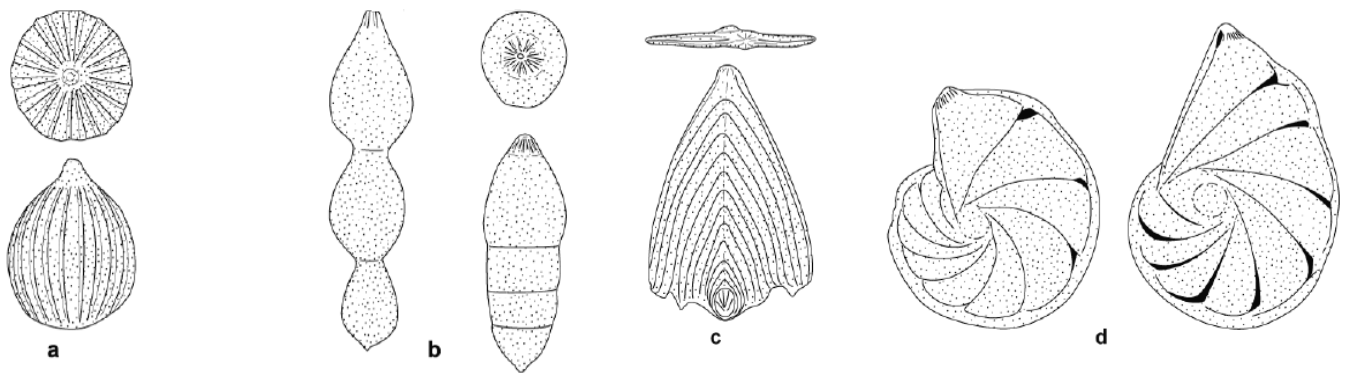
### III.5.A- Ordre des **LAGENIDA**

Test calcitique monolamellaire.

Ouverture radiée (Fig. 12.b).

Arrangement des loges très diversifié :

- uniloculaire : Lagenas (Fig. 12.a) ;
- rectiligne unisérié : Nodosaria (Fig. 12.b), Frondicularia (Fig. 12.c) ;
- enroulé planispiralé : Lenticulina (Fig. 12.d).



**Fig.12-** Test de foraminifères - Ordre des **LAGENIDA**. a) Lagenas ; b) Nodosaria ; c) Frondicularia ; d) Lenticulina.

### III.5.B- Ordre des **BULIMINIDA**

Super-famille des **BOLIVINIDACEA**

Test bisérié, légèrement compressé, ouverture en fente à l'extrémité de la dernière loge.

Exemple : Bovilina (Fig. 13.a).

Super-famille des **BULIMINACEA**

- famille des **BULIMINIDAE**

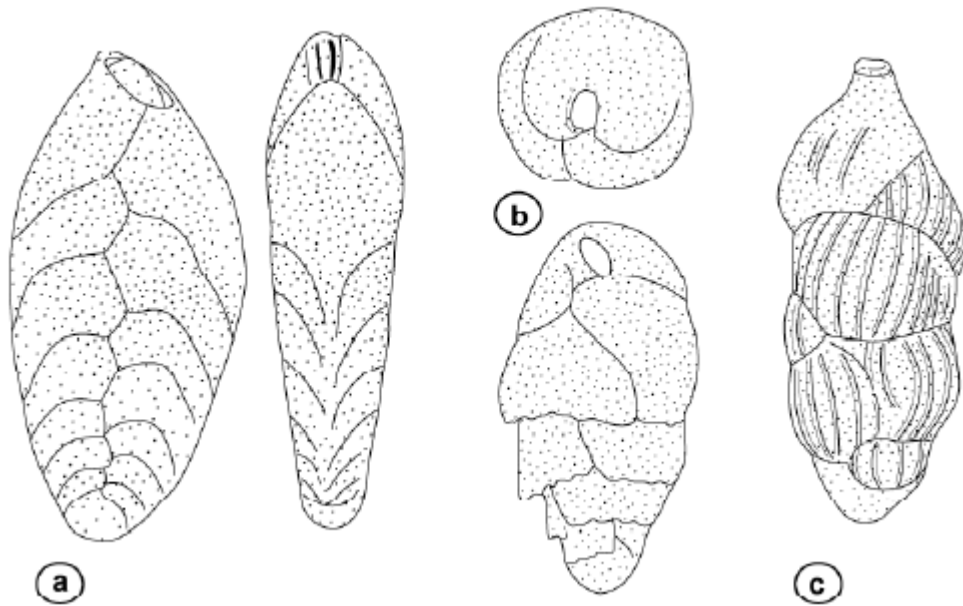
Test trochospiralé à trochospire haute. Peu de loges à chaque tour (apparence trisériée).

Ouverture en forme de boucle à la base de la dernière loge. Exemple : Bulimina (Fig. 13.b).

- famille des **UVIGERINIDAE**

Test trochospiralé à trochospire haute. Peu de loges à chaque tour (apparence trisériée).

Ouverture ronde portée par un petit col au sommet de la dernière loge. Surface du test souvent ornée de grosses côtes. Exemple : Uvigerina (Fig. 13.c).



**Fig. 13-** a) *Bolivina* ; b) *Bulimina* ; c) *Uvigerina*

### III.5.D- Ordre des **ROTALIIDA**

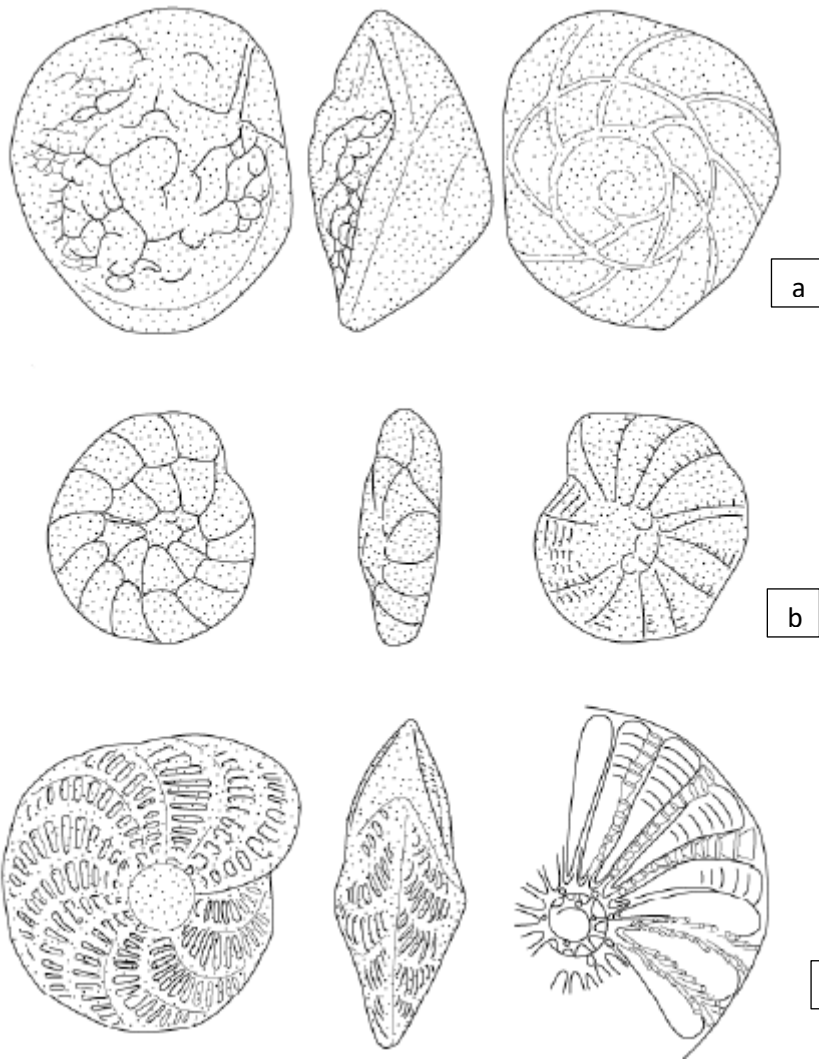
Test calcitique bilamellaire, arrangement des loges très diversifié avec de nombreuses subdivisions taxonomiques :

- la plupart des espèces sont petites (inférieures à 1 mm) ;
- certaines (Nummulitidés, Orbitoididés) peuvent atteindre 5 cm de diamètre.

#### Super-famille des **ROTALIACEA**

Test enroulé de forme lenticulaire :

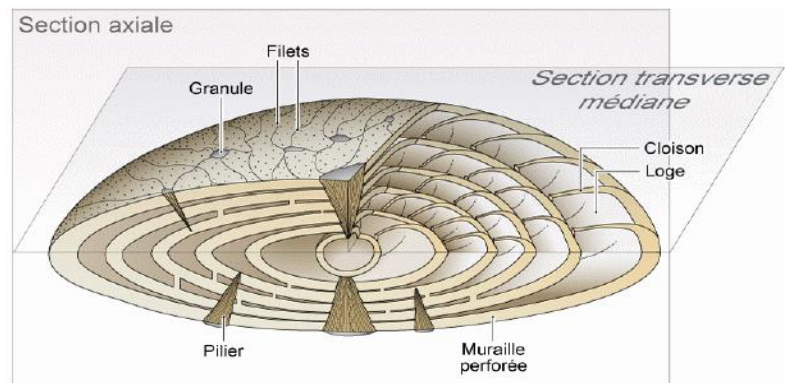
- soit trochospiralé à trochospire basse (*Rotalia* : Fig. 14.a, *Ammonia* : Fig. 14.b) ;
- soit planispiralé involute (*Elphidium* : Fig. 14.c).



**Fig.14-** a) *Rotalia* ; b) *Ammonia* ; c) *Elphidium*.

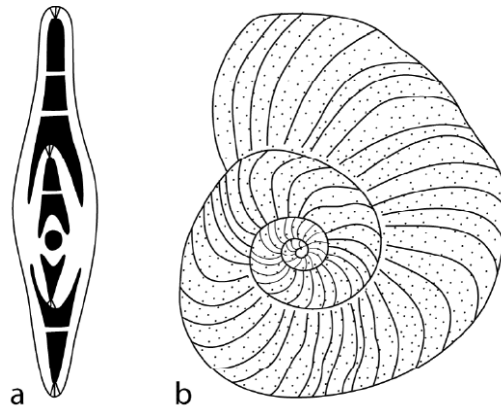
Super-famille des **NUMMULITACEA**

Test lenticulaire, planispiralé involute (Nummulites : Fig.16.a) ou évolute (Operculina : Fig. 16.b). La répartition stratigraphique de ces 2 genres est illustrée dans la Fig.17.

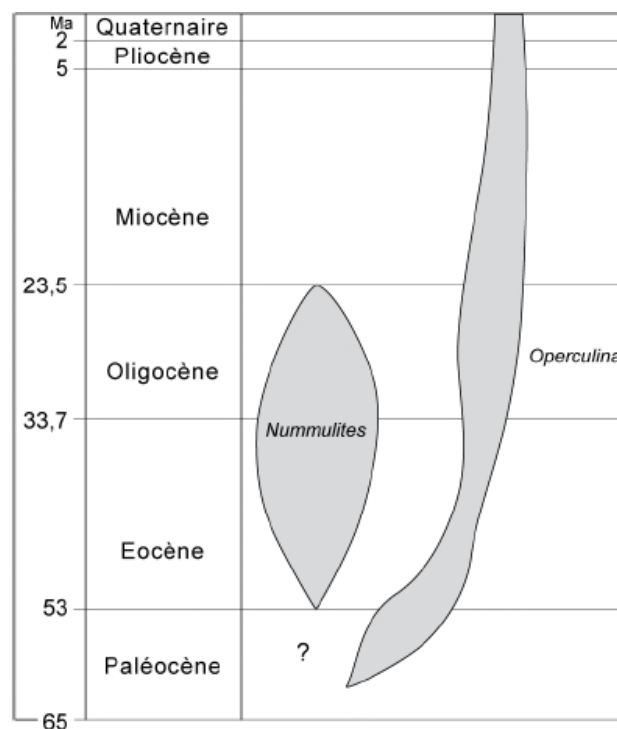


**Fig.15 -** Bloc diagramme d'une *Nummulites*.





**Fig. 16 - a) Nummulites, b) Operculina**



**Fig. 17 - La répartition stratigraphique des genres Nummulites et Operculina.**

### III.5.E- Ordre des **GLOBIGERINIDA** (Jurassique à Actuel)

Des Foraminifères planctoniques bien adaptés à la flottaison. Les formes actuelles à test épineux (*Globigerina*, etc.) prospèrent dans les eaux marines superficielles ; celles à test lisse (*Globorotalia*, etc.) commencent à vivre près de la surface, avant de s'enfoncer ensuite à plusieurs dizaines ou centaines de mètres de profondeur.

Dans la nature actuelle, les individus et les espèces sont plus abondants dans les eaux chaudes.

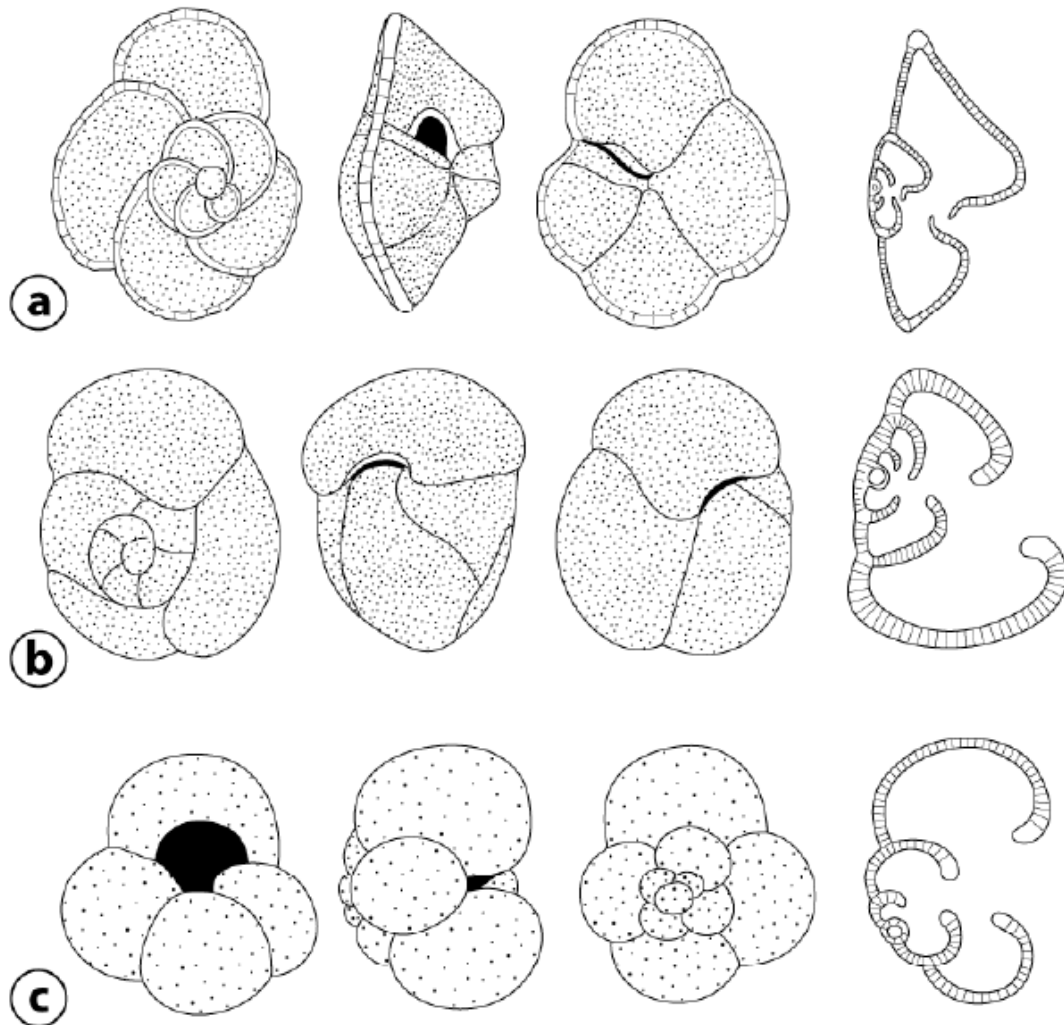


Super-famille des **GLOBOROTALIACEA** (Cénozoïque)

Genre *Globorotalia* (Fig. 18.a-b), test présentant ou non une carène, ouverture en fente, de l'ombilic à la périphérie.

Super-famille des **GLOBIGERINACEA** (Cénozoïque)

Genre *Globigerina* (Fig. 18.c) à test trochospiralé, loges globuleuses non carénées, pourvues d'épines.



**Fig. 18-** a-b) Genre *Globorotalia* ; c) genre *Globigerina*

### III.6 - Foraminifères à test aragonitique

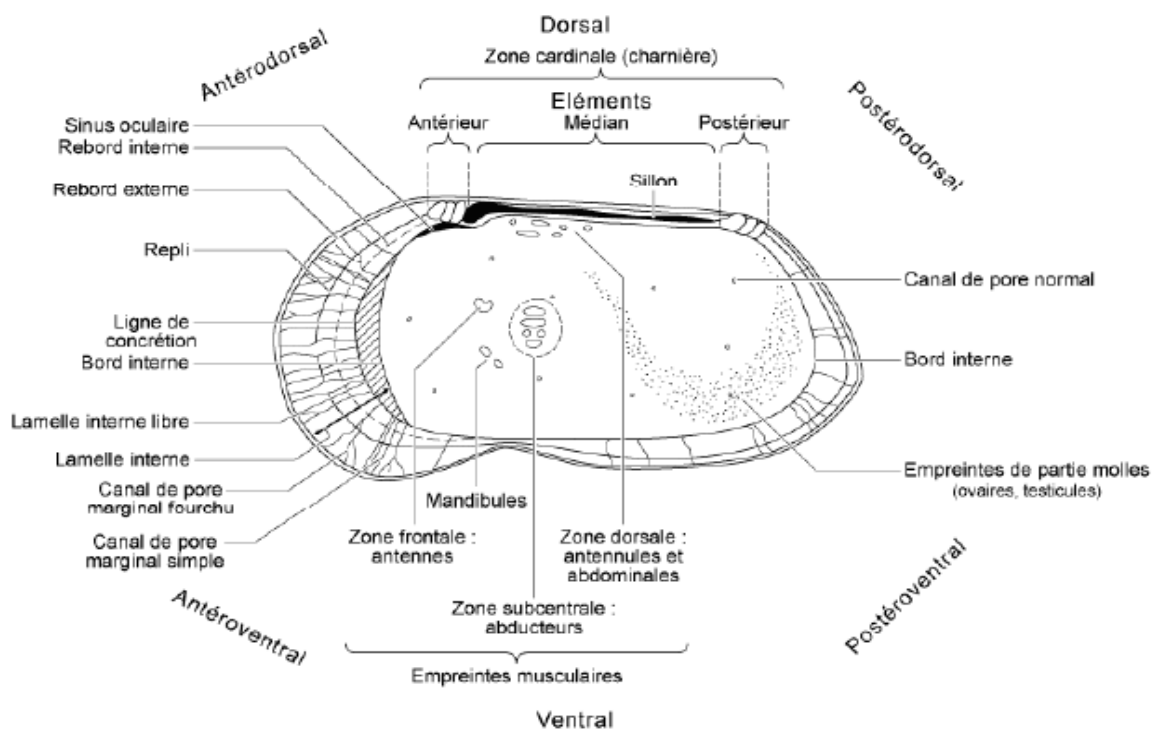
Ce groupe, relativement méconnu, correspond aux ordres des Involutinida (Permien - Actuel) et Robertinida (Trias - Actuel). L'aragonite étant rarement préservée dans les sédiments anciens, les tests originellement aragonitiques ne sont qu'exceptionnellement préservés ou recristallisés en calcite.

## Les Ostracodes

Les Ostracodes sont définis comme des Arthropodes Crustacés à coquille. Leur taille, généralement voisine du mm, peut atteindre exceptionnellement 10 cm.

L'animal a un corps sans segmentation apparente à tête et thorax mal délimités ainsi que des appendices contenus dans une carapace calcitique dont les deux valves sont dorsalement réunies par un ligament élastique et une charnière.

A la mort de l'animal, le corps et les appendices disparaissent, seule la carapace se fossilise.



**Fig.1-** Vue interne d'une valve d'Ostracode.

Bien que la systématique des ostracodes actuels soit fondée sur la morphologie des appendices, l'étude des fossiles est faite sur la description des éléments de la carapace, c'est à partir :

- Du contour des valves et les particularités de leur bord ventral ;
- De la structure de la charnière ;
- Des caractères de la zone marginale ;
- De l'ornementation, que les spécialistes ont classés les 1000 genres et quelque 10000 espèce du groupe.

## **II- Paléoécologie des Ostracode :**

Au paléozoïque, les Ostracodes sont pour la plupart, marins et benthiques, les planctoniques sont connus dès le début de l'Ordovicien, les premières formes lacustres apparaissent plus tardivement, au cours du Carbonifère.

Les formes post-paléozoïques montrent une diversité écologique comparable à celle des représentants actuels.

Au cours des temps géologiques, Les ostracodes montrent les tendances évolutives suivantes :

- Diminution de la taille ;
- Modification du contour, avec le bord dorsal rectiligne et horizontal durant le paléozoïque, plus ou moins incliné et convexe ensuite ;
- Apparition de pores dès le Lias.

Université L'Arbi Ben M'hidi de Oum El Bouaghi

Faculté des sciences de la terre et d'Architecture

Département de géologie

Module / Paléontologie2

2<sup>ème</sup> Année Licence Géologie

Mme A. OUDDAH

### Les Calpionelles

Les calcaires fins d'origine marine et pélagique du Jurassique terminal et du Crétacé inférieur enferment en abondance des microfossiles en forme d'urne, appelés Calpionelles.

Le test (ou lorica) des Calpionelles (Fig. 1 A et B) est constitué par une petite coque (de 50 à 100µm) en forme de vase ou possédant une ouverture au sommet d'un col (Fig. 1). Il est de nature calcitique.

Les Calpionelles apparaissent brusquement à la fin du jurassique, on les retrouve dans le Barrémien et elles disparaissent définitivement à la fin de l'Albien. Leur répartition paléogéographique est vaste, elles sont connues autour de la méditerranée et du golfe persique.

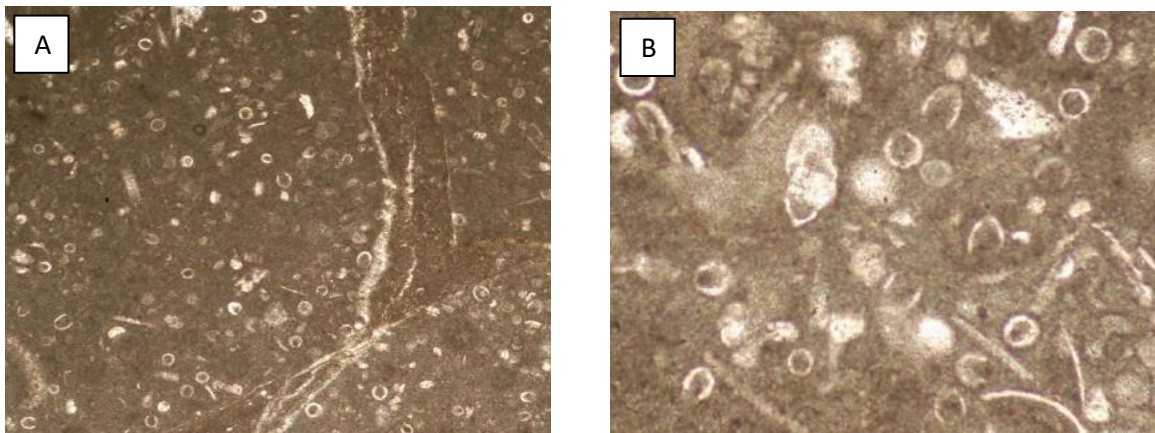


Fig. 1 et 2 : Wackestone à Calpionelles

Université L'Arbi Ben M'hidi de Oum El Bouaghi

Faculté des sciences de la terre et d'Architecture

Département de géologie

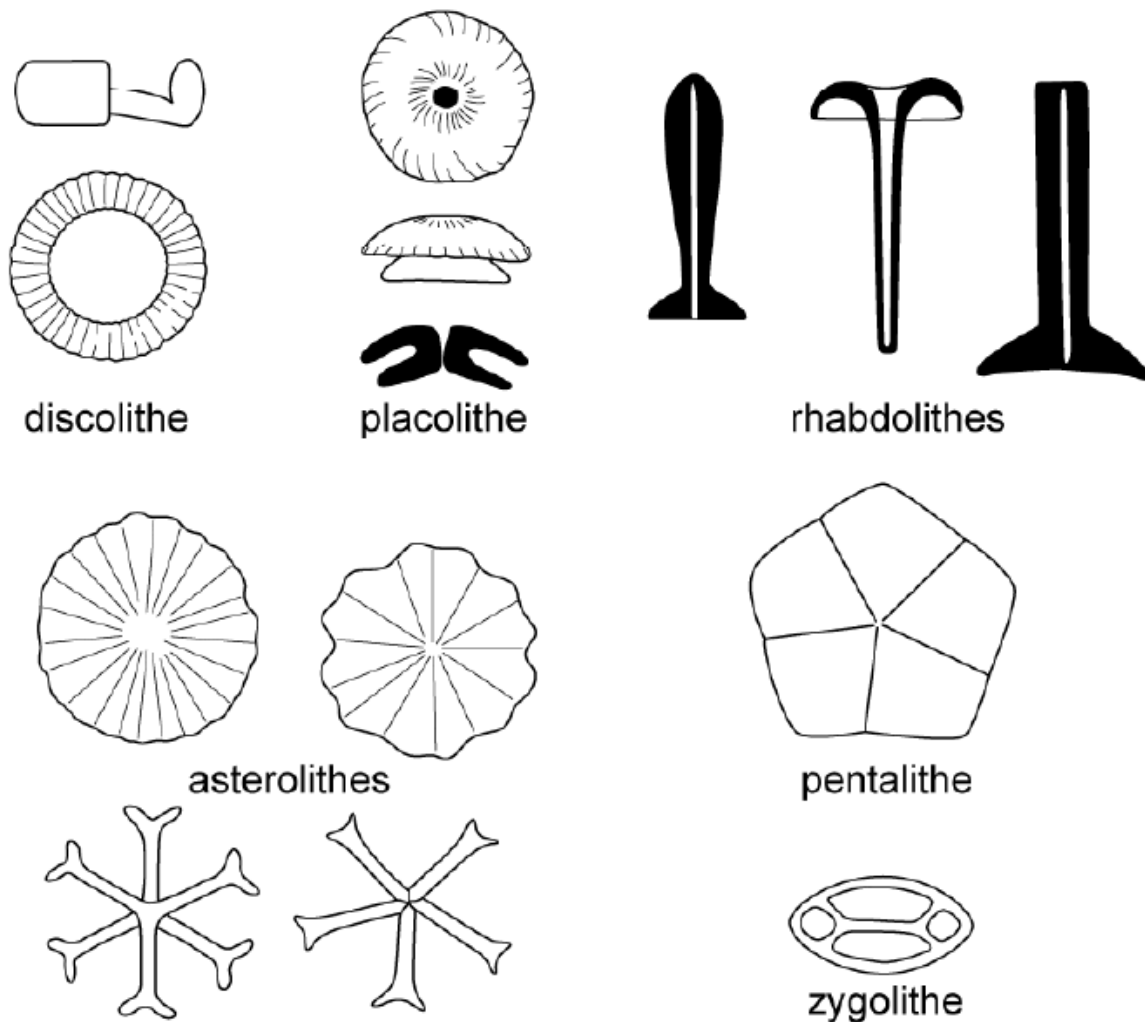
Module / Paléontologie 2

2<sup>ème</sup> Année Licence Géologie

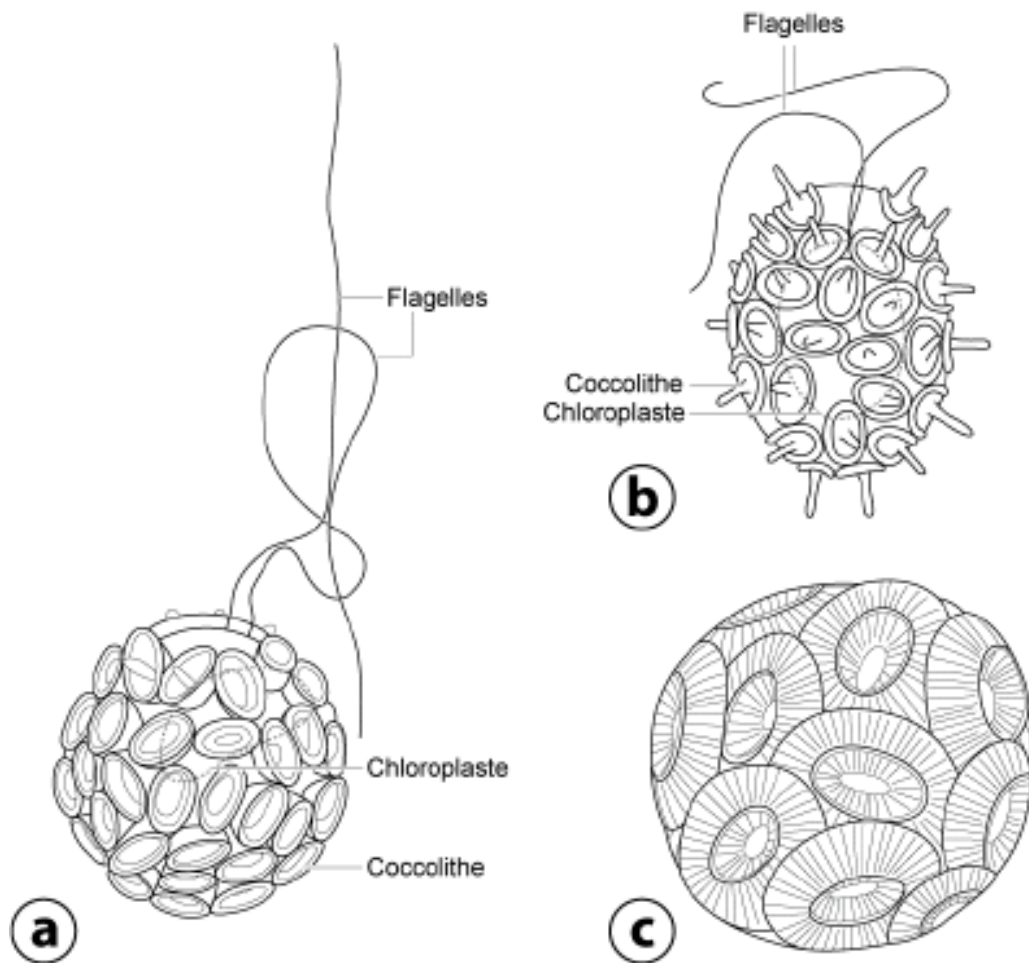
Mme A. OUDDAH

### Les coccolithophoridés

Ce sont des Algues unicellulaires sécrétant des pièces calcaires (calcite), appelées coccolithes (Fig. 1), appliquées sur la membrane cellulaire ou noyées dans une gelée externe (Fig. 2.a-b).



**Fig. 1** - Différents coccolithes et formes affines.



**Fig. 2 - a-b) Deux Coccolithophoracées vivantes et c) une coccosphère.**

On appelle coccosphère (Fig. 2.c) l'assemblage des pièces calcaires qui enveloppent la cellule. Une coccosphère peut porter des éléments de formes différentes qui se dissocient le plus souvent à la mort de l'algue. Taille comprise entre 20 et 40  $\mu\text{m}$  en moyenne.

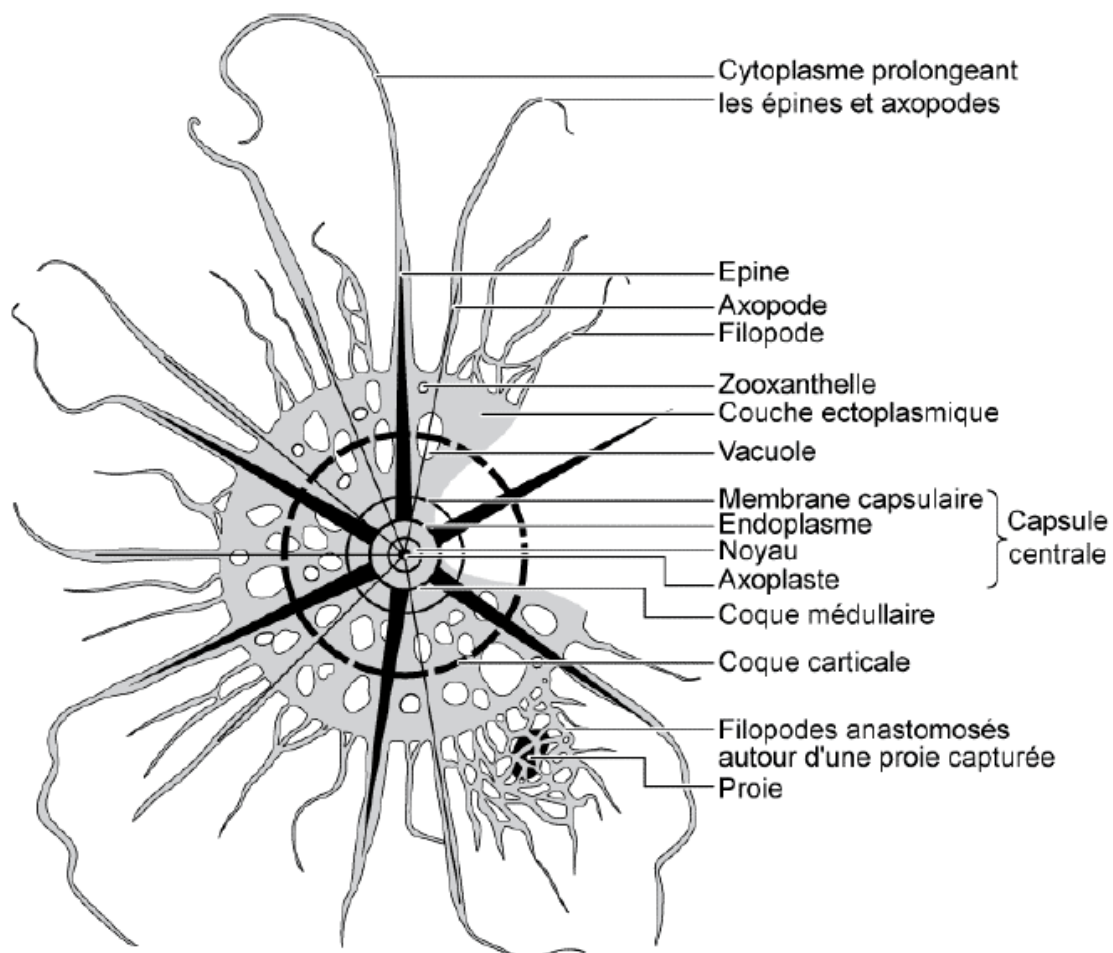
Écologie : planctoniques, les coccolithophoridés sont surtout marins et préfèrent les eaux de surface chaudes ou tempérées.

Répartition stratigraphique : connues depuis le Trias jusqu'à nos jours.

Il y a d'importants renouvellements de formes à l'Oxfordien, à l'Albien, au Paléocène et au Quaternaire.

## Les Radiolaires

Les Radiolaires sont des Protozoaires (Actinopodes) à squelette intracytoplasmique siliceux (opale) formé par des trabécules pleins constituant une sorte de grillage (Fig.1), d'une taille de 0.1à 0.5mm.

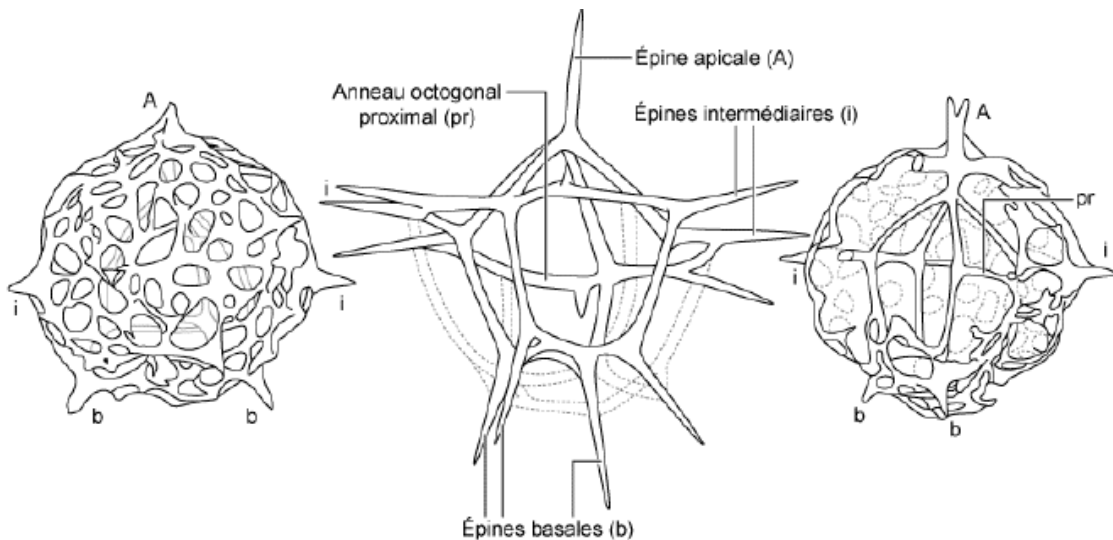


**Fig. 1** - Schéma d'organisation d'un Radiolaire sphérique.

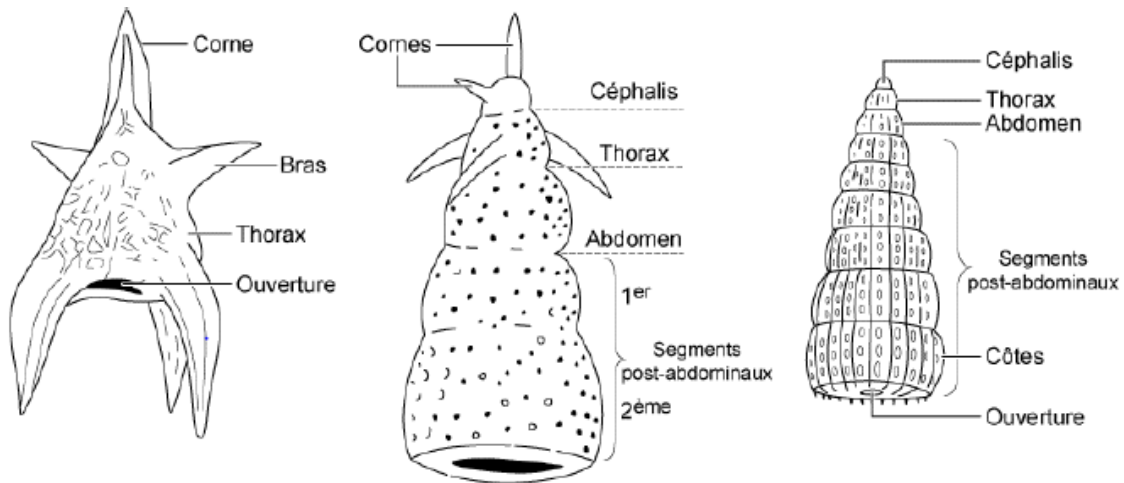


Les Radiolaires se différencient en :

- ✓ Les Nassellaires, possédant une coque à symétrie axiale et une ouverture basale (Fig. 2) ;
- ✓ Les Sphaerellaires ou Spumellaires, à coque sphérique, à symétrie radiale, dépourvue d'ouverture, constituée soit d'une sphère, soit de plusieurs sphères emboîtées et reliées entre elles par des trabécules, munie ou non d'épines radiaires (Fig. 3).



**Fig. 2 - Morphologies de Spumellaires.**

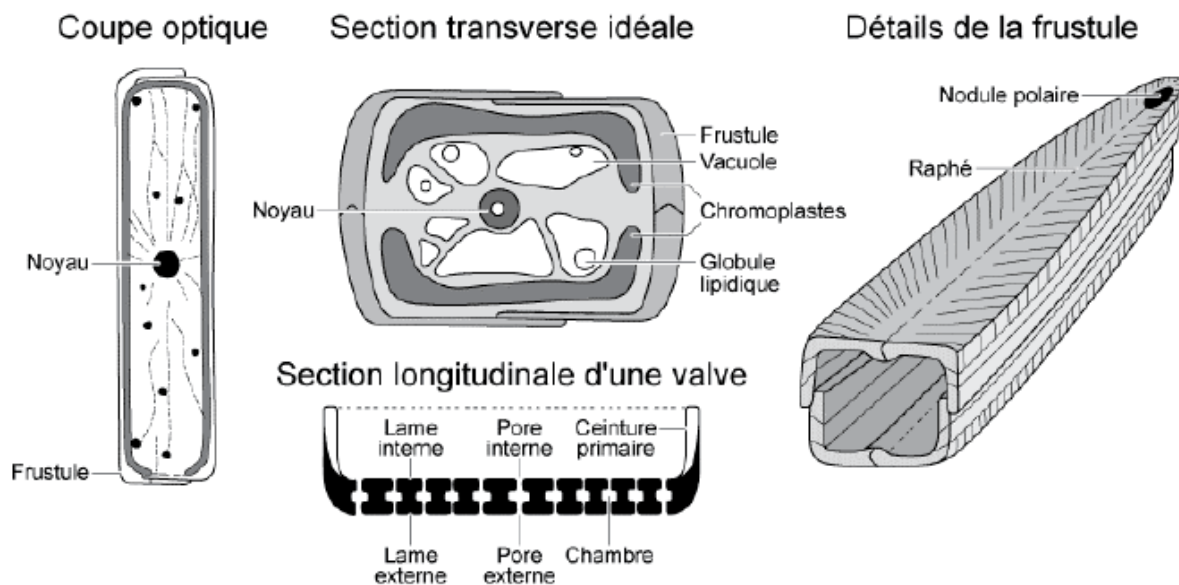


**Fig. 3 - Morphologies de Nassellaires.**

Les Radiolaires sont des organismes marins planctoniques, vivant surtout dans les niveaux supérieurs de la colonne d'eau. Les plus grandes concentrations se trouvent dans les régions équatoriales, leur répartition stratigraphique s'étend du Cambrien à l'actuel, et ils ont une grande importance pétrogénétique vue qu'ils peuvent contribuer à la genèse des roches siliceuses (radiolarites, jaspes, phtanites).

## Les Diatomées

Algues unicellulaires dont le test siliceux (opale), appelé frustule, est formé de deux valves emboîtées à la manière d'une boîte et de son couvercle (Fig. 1).



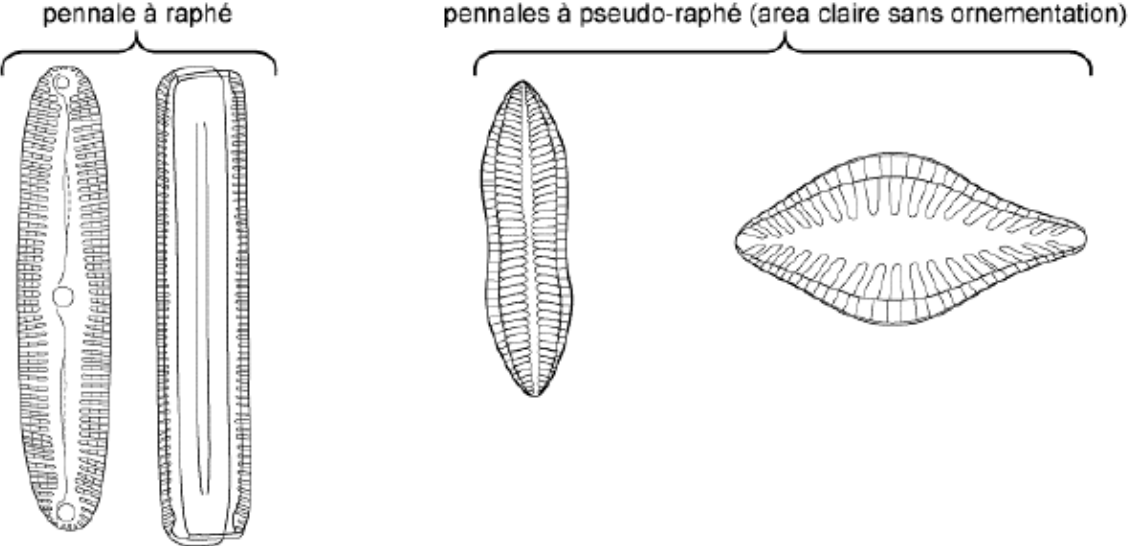
**Fig.1** - Diatomées vivantes et leur squelette

On distingue deux grands groupes :

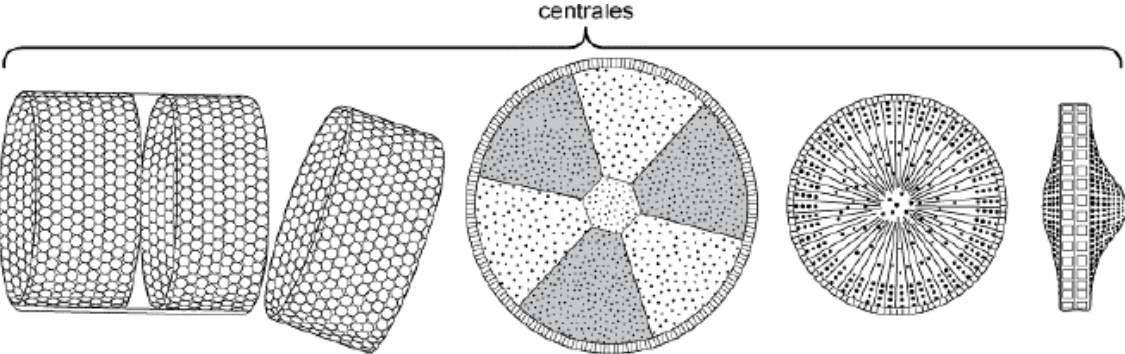
- les diatomées pennées à frustule elliptique ou fusiforme, présentant une symétrie bilatérale (Fig. 2) et possédant le plus souvent une zone médiane non ornementée.
- les diatomées centriques à frustule circulaire ou polygonal, présentant une symétrie radiale (Fig. 3) et une ornementation rayonnante.

Les diatomées pennées, très répandues dans les eaux douces, sont surtout benthiques ; les diatomées centriques, surtout marines et planctoniques, dominent dans les eaux de surface des régions froides et des régions polaires.

Leur répartition stratigraphique s'étend du Crétacé moyen (Aptien) jusqu'à l'actuel, ils sont très abondantes à partir du Crétacé supérieur.



**Fig.2** - Variété des frustules : Diatomées pennées



**Fig.3** - Variété des frustules : Diatomées centriques