



I. Introduction

La micropaléontologie concerne à une division de la paléontologie dont l'objet est l'étude des fossiles de petites dimensions. Ce n'est cependant pas une simple division de la paléontologie, mais un ensemble de sous-disciplines traitant de groupes divers d'organismes qui n'ont en commun que le fait de n'être connus que par des restes fossilisés de petites dimensions.

L'outil d'observation le plus communément utilisé est la loupe binoculaire ; il est parfois nécessaire d'avoir accès à de plus forts grossissements et donc de se servir d'un microscope optique, voire d'un microscope électronique à balayage. Ce critère dimensionnel fait que la micropaléontologie s'intéresse aussi bien à des organismes microscopiques unicellulaires qu'à des restes (organites) de grands organismes pluricellulaires. Par définition, la nature organique, minéralogique ou mixte de ces fossiles est extrêmement variée; de ce fait les approches et techniques d'analyse sont également variables d'un groupe à l'autre.

Ces restes peuvent se classer de la façon suivante :

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



Image de Microfossile (2)

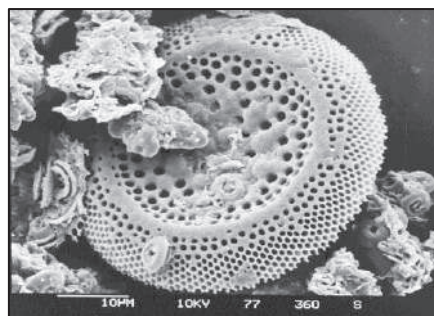


Image d'un nanofossile (3)

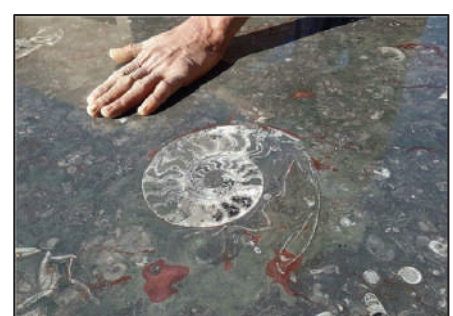


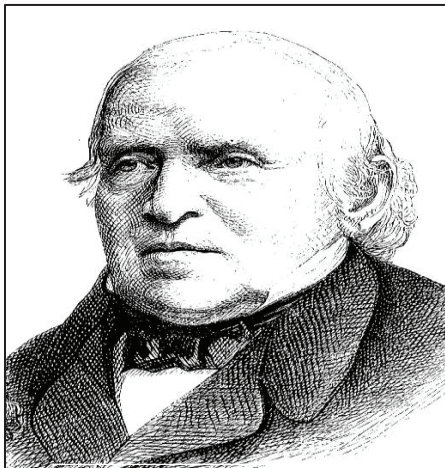
Image d'un macrofossile

Parmi les groupes concernés par la micropaléontologie figurent de nombreux protozoaires (Foraminifères, Radiolaires), des algues unicellulaires (Dasycladales, Coccolithophoracées, Dinoflagellés, Diatomées), des métazoaires libres (Ostracodes) ou coloniaux (Bryozoaires), des métaphytes (Corallinales, Charophytes), des organites de métaphytes (spores et grains de

pollens), des formes dont l'interprétation est incertaine (parmi ces incertae sedis, citons : Acritarches, Calpionelles, Chitinozoaires, Giliannes, etc.).

II. Historique :

A cause de leur grande taille, les Nummulites ont été les premiers microfossiles remarqués. L'amélioration à la loupe puis l'invention du microscope ont permis l'observation d'organismes invisibles à l'œil nu. L'un des premiers à révéler ce monde fut *A. Van Leeuwenhoek* (1623-1723).



Portrait d'Ehrenberg (5)

La première partie du 19^{ème} siècle fut marquée par la découverte de presque tous les groupes de microfossiles, mais on ignorait bien souvent leurs affinités systématiques et même leur origine organique. Cependant, le véritable fondateur de la micropaléontologie semble être *C. G. Ehrenberg* qui a compris le rôle lithogénique des microfossiles.

Devant l'augmentation du nombre d'espèces, on commença à leur attribuer un rôle stratigraphique.

A cette époque, les micropaléontologistes s'occupent à peu près exclusivement des foraminifères, mais les autres groupes étaient étudiés de façon moins importante.

En 1945, l'accroissement des besoins de pétrole entraîne le développement rapide de la micropaléontologie.

III. Objectifs de la paléontologie

L'étude des microfossiles nous fournit plusieurs informations :

- les microfossiles sont des indicateurs paléoécologiques des anciens milieux de vie.
- leurs études permettent de caractériser l'origine des sédiments continentaux ou marins et leurs conditions de dépôt.
- c'est grâce à leurs nombres élevés et à leurs répartitions dans tous les milieux aquatiques aux microfossiles qu'on a pu donner une datation précise aux différents niveaux géologiques depuis le Protérozoïque.

- un découpage chronologique à partir de microfossiles qui sont considérés comme index de biozone (Foraminifères, Coccolithophoracées, Dinoflagellés, Chitinozoaires, etc.) a permis l'établissement des échelles biostratigraphiques mais également stratigraphique

- Les microfossiles s'avèrent un matériel d'étude remarquable en géologie pétrolière par le faible coût de leur utilisation et les nombreux domaines de biostratigraphie les employant (pétrogenèse de réservoir, implication diagénétique, marqueur temps, marqueur de paléoenvironnement, marqueur de maturation), dans le domaine de l'exploitation pétrolière les microfossiles ont été utilisés dans la datation des niveaux traversés par les forages scientifiques sans oublier leur rôle dans la datation des fonds océaniques.

IV. Techniques d'études des microfossiles :

IV. 1. Récolte des microfossiles :

Les fossiles peuvent être presque n'importe où les roches sédimentaires affleurent. C'est l'étude des cartes géologiques qui va permettre de cibler sa recherche sur des zones où affleurent certains niveaux. Tout d'abord il faudrait porter notre choix sur une zone où les affleurements sont plus ou moins dégagés ceci pourrait nous



Récolte de microfossiles (6)

permettre un bon échantillonnage c'est à dire une meilleure récolte. Les bons endroits à regarder sont le long des falaises ou des talus de fleuves, et dans les excavations telles que des carrières de roche et les coupes de route. Les falaises en bordure de mer sont souvent très intéressantes La seconde étape est la récolte des différents échantillons supposés contenir des microfossiles selon le tracé de la coupe géologique ces échantillons peuvent être dur (calcaire) ou meuble (marne) chaque échantillon est minutieusement localisé sur la coupe géologique avec une description détaillée des différents affleurements traversés. Une fois les fossiles dégagés, il est essentiel de les protéger correctement contre les dommages dus au transport, puis ensuite à leur rangement. Chaque échantillon doit être emballé, dans du papier journal par exemple pour les formations dures est dans des sachets en plastique pour les formations meubles. Ces échantillons sont soigneusement étiquetés avec le nom de la zone est le numéro de prélèvement de chaque un. L'outil d'observation le plus communément utilisé est la loupe binoculaire ; il est

parfois nécessaire d'avoir accès à de plus forts grossissements et donc de se servir d'un microscope optique, voire d'un microscope électronique à balayage.

IV.2. Méthodes de préparation des microfossiles :

Il existe des procédés d'extraction des microfossiles l'un mécanique et l'autre chimique :

- Le procédé mécanique englobe trois techniques : le lavage des sédiments meubles/tendres (sables, argiles, marnes, etc.), la réalisassions des lames minces pour les roches indurés (grés,calcaireetc) et le frottis.

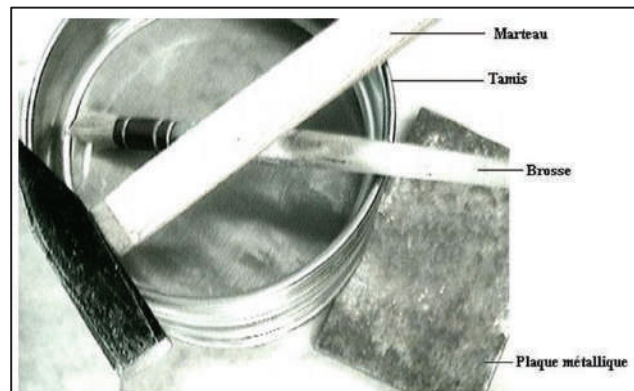
- Le procédé chimique comporte la dissolution de la fraction minérale des roches, par action chimique pour recueillir les microfossiles conservés en matière organique ultra-résistante. Les extractions réalisées pour les préparations palynologiques utilisent l'acide chlorhydrique et l'acide fluorhydrique.

IV.2.1. Extraction des microfossiles par le lavage de marnes :

L'extraction des microfossiles de roches tendres (marnes) est très accessible par lavage de marnes.

- Intérêt :

Par lavage de marnes, on entend la remise en suspension puis le tri par gravité des différents constituants d'une roche marneuse. Le mélange avec l'eau permet de réimbiber les argiles et de séparer les constituants ; le lavage au-dessus d'une colonne de tamisage permet un tri lié à la



Outils nécessaires au lavage (7)

taille des particules. Grâce à cette technique, macro, micro et nannofossiles peuvent être observés. L'étude de la microfaune pélagique ou benthique permet de dater les marnes par comparaison avec les échelles biostratigraphiques ou de reconstituer les paléomilieus.

- Principe :

Prélever sur le terrain des échantillons de marnes :

-rajeunir le front de l'affleurement afin d'éviter d'éventuels mélanges de faunes dus au ruissellement et la récolte de débris de végétaux actuels

-repérer exactement le lieu de prélèvement

- prélever des échantillons de marnes et ranger les dans des sachets en plastiques bien étiquetés.

- Méthodologie :

A. En laboratoire, mélanger 250g de marne à de l'eau, agiter et morceler à la main ou au mortier. Laisser reposer de quelques heures à quelques jours. Si le sédiment est trop dur ou trop riche en matière organique, ajouter de l'eau oxygénée (environ 10 centilitres par litre de mélange) ;

B. Procéder au lavage des marnes à travers une colonne de tamis comportant les mailles suivantes : 1mm, 500µm, 250 µm et 125 µm :

o superposer les tamis

o verser les marnes dispersées dans l'eau sur le tamis 1 mm et laver sous eau

o enlever le tamis 1 mm et reprendre le lavage sur la colonne de tamis

o enlever le tamis 500µm, reprendre le lavage et ainsi de suite jusqu'au tamis 125 µm

Remarque : Utiliser des tamis de maille adaptée à la microfaune recherchée :

- pour *Globotruncana*, 1 mm, 500 µm, et 125 µm

- pour *Globigerines*, 1 mm, 250 µm, 125 µm, et 65 µm.

C. terminer le lavage de chaque tamis à l'eau.

Quand l'eau de lavage est aussi limpide que l'eau du robinet, on peut estimer que le lavage est terminé.

D. Récupérer le refus de tamis dans un bêcher, filtrer, sécher à l'étuve ou sur une plaque chauffante. Vérifier à la loupe binoculaire la qualité du lavage (les carènes et ombilics doivent être bien visibles).

E. Laver les tamis au bleu de Méthylène afin de colorer les débris ou microfossiles coincés dans les mailles. On évitera ainsi le mélange avec le lavage suivant. Rincer à l'eau.

IV.2.2.1. Tri et conservation des microfossiles :

Pour la réalisation du tri on utilise les moyens suivants :

- un récipient à fond noir peu profond ;
- une aiguille montée, légèrement graissée Sous la loupe binoculaire, séparer les débris de macrofossiles, plaque et radioles d'Oursins, Bryozoaires, microfossiles..... etc, des autres éléments figurés (quartz...).
- ranger en cellule ou coller sur étiquette adhésive.



IV.2.2.2. Observation et utilisation des fossiles triés :

Tri de microfossiles (8)

- déterminer et classer les fossiles à partir des planches fournies
- comparer les populations de fossiles sur des marnes d'origines différentes :

a. d'un point de vue géographique

b. du point de vue de l'âge.

IV.2.2. Réalisation de lames minces (techniques) :

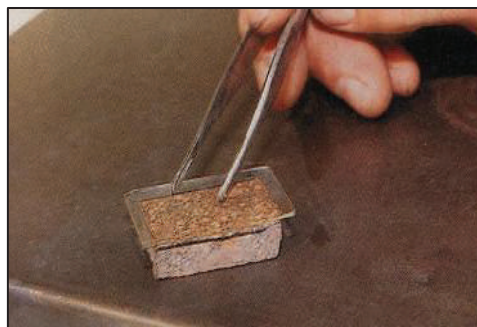
La préparation de surfaces polie dans les roches dures est généralement abandonnée et remplacé par la réalisation de lames minces de roches. Deux lames au moins sont taillées dans un même échantillon, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire à la stratification.

La fabrication d'une lame mince comporte successivement les étapes suivantes :

1- le sciage d'une lame de roche, limitée par deux faces planes parallèles



Sciage (9)



Collage (9)



Polissage (9)

2- le **polissage** d'une face à l'aide d'abrasif humecté d'eau

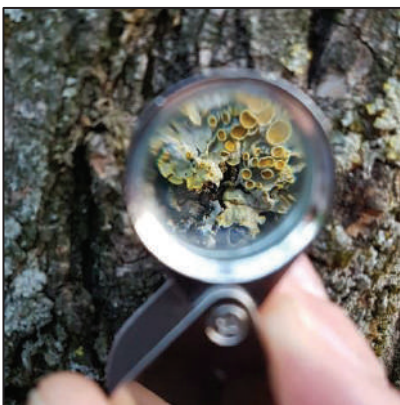
3- le **collage** de cette face avec du baume de canada ou une résine synthétique sur une lame de verre qui servira de support et dont le format habituel est 43×30mm

4- l'**usure** de l'autre face jusqu'à ce que la roche devienne transparente ; son épaisseur atteint alors 30 à 50 µm.

5- le **recouvrement** à l'aide de baume ou de résine de cette pellicule de roche par une fine lamelle de verre (0,1mm)

IV.2.2.1. Observation des microfossiles :

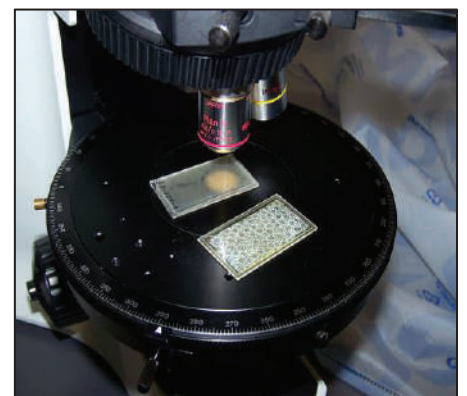
Le micropaléontologiste fait ses premières observations sur le terrain, à l'œil nu et à la loupe. De retour au laboratoire, il utilise un microscope optique ou une loupe binoculaire. L'examen morphologique complet d'un microfossile nécessite au maximum cinq à six étapes successives : deux sur le terrain, et trois ou quatre au laboratoire. Celle-ci faisant suite à la préparation du matériel employées, ainsi, vont évidemment dépendre des technique employées, ainsi que de la taille des microfossiles considérés. Ceux d'assez grande taille supérieure à 100 µm isolés du sédiment par lavage ou extraction chimique et observés à sec, sont d'abord examinés tel quels ou après dissection, à la loupe binoculaire, avec un éclairage direct, et ensuite au M,E,B. Ceux de petite taille, et les nanofossiles dégagés par désagrégation mécanique ou par extraction chimique, conservés en milieu liquide sont examinés entre lame et lamelle au microscope optique ou au M.E.B après évaporation d'une goutte de suspension sur le porte objet.



Loupe (9)



Microscope binoculaire (9)



Microscope optique (9)

IV.2.2.2. Détermination des microfossiles :

La somme des renseignements recueillis sur un microfossile ou un microfaciès se traduit par une description et par une ou plusieurs illustrations. Une description, si précise soit-elle, est toujours moins expressive qu'un dessin ou qu'une photographie. Les dessins se font à main levée, ou mieux à l'aide d'une chambre claire. Sans aboutir pour autant à une caricature, un bon dessin doit mettre en évidence les caractères déterminants du microfossile considéré. Une illustration doit toujours être accompagnée de l'indication de son grandissement.

La description des microfossiles donne lieu à une attribution binominale. La détermination idéale passe par la comparaison directe des échantillons étudiés avec ceux qui ont servi à dénommer les espèces ainsi que d'utiliser les différentes publications et documents dont les espèces sont nommées décrites et figurés pour la première fois. L'état défectueux de certains échantillons et ou l'absence de bibliographie adéquate interdisent une détermination précise on se contente d'une détermination incomplète mais prudente.

V. Milieux de vie et répartition des microfossiles :

VI.1. le domaine marin :

On distingue :

- Le plateau (ou plateforme 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 3.000 m. L'étage abyssal se situe au delà de 3.000 m. Les microorganismes se présentent sous deux formes :
 - des formes benthiques (benthos) vivant sur le fond, soit directement sur le substratum (épibiontes), soit enfoncées dans celui-ci (endobiontes), soit près du fond (vagiles).
 - des formes pélagiques qui sont soit nageuses (necton), soit elles flottent passivement et entraînées par les eaux (plancton)

VI. 2. le domaine continental : Milieu lacustre

On distingue la dominance des Ostracodes

VI.3. le domaine marginolittoral : Milieu lagunaire

On retrouve essentiellement des Ostracodes, des Charophytes et des Diatomées

IV.4. le domaine marin littoral : On retrouve des foraminifères benthiques en majorité avec quelques Foraminifères planctoniques.

IV.5. le domaine marin bathyal : Prédominance de foraminifères planctoniques, avec les Diatomées, les Radiolaires.

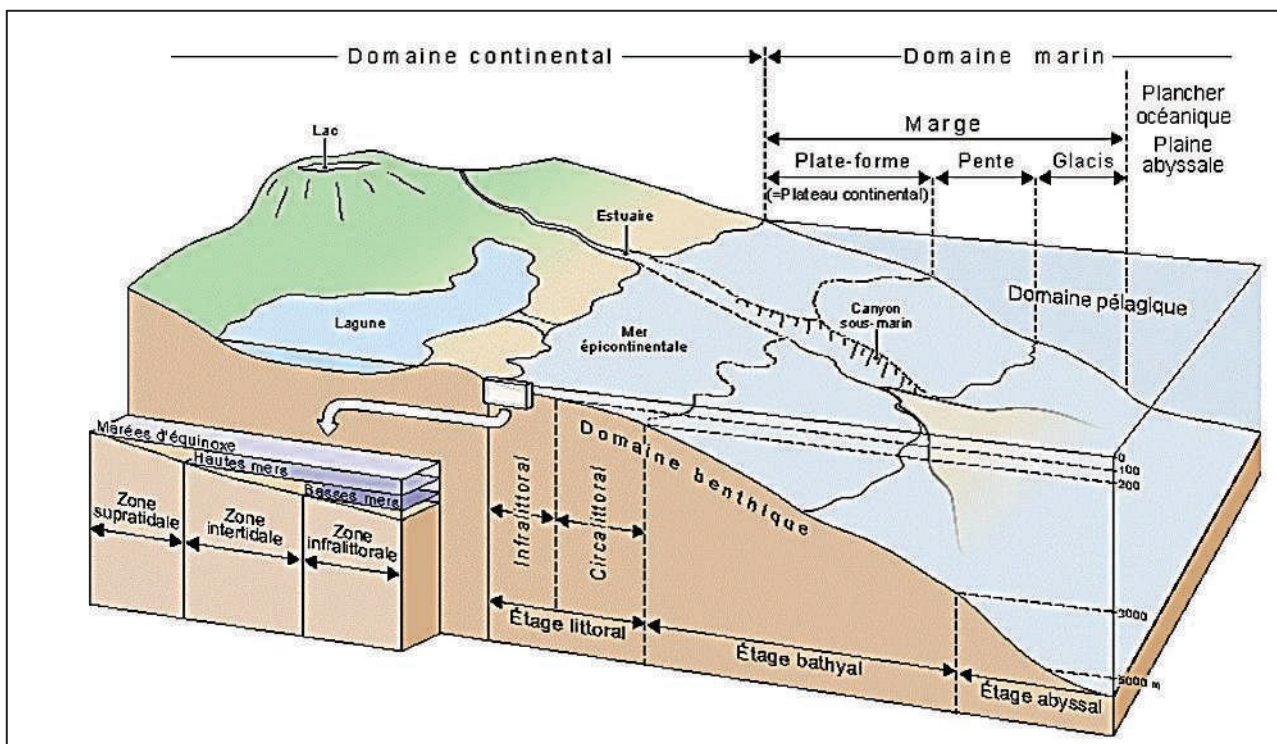
VI. influence des facteurs environnementaux : Plusieurs facteurs interviennent dans la répartition des microfossiles :

- **la lumière** : Elle est primordiale surtout pour les Algues qui l'utilisent pour la photosynthèse. Elle s'atténue rapidement, en traversant l'eau. Ainsi la majorité du phyto-plancton vit dans les quinze premiers mètres.

- **la température** : Elle agit sur la répartition géographique des microfossiles par exemple les Diatomées prolifèrent dans les régions polaire

- **la turbidité** : peut atténuer la transparence des eaux et par conséquent la lumière.

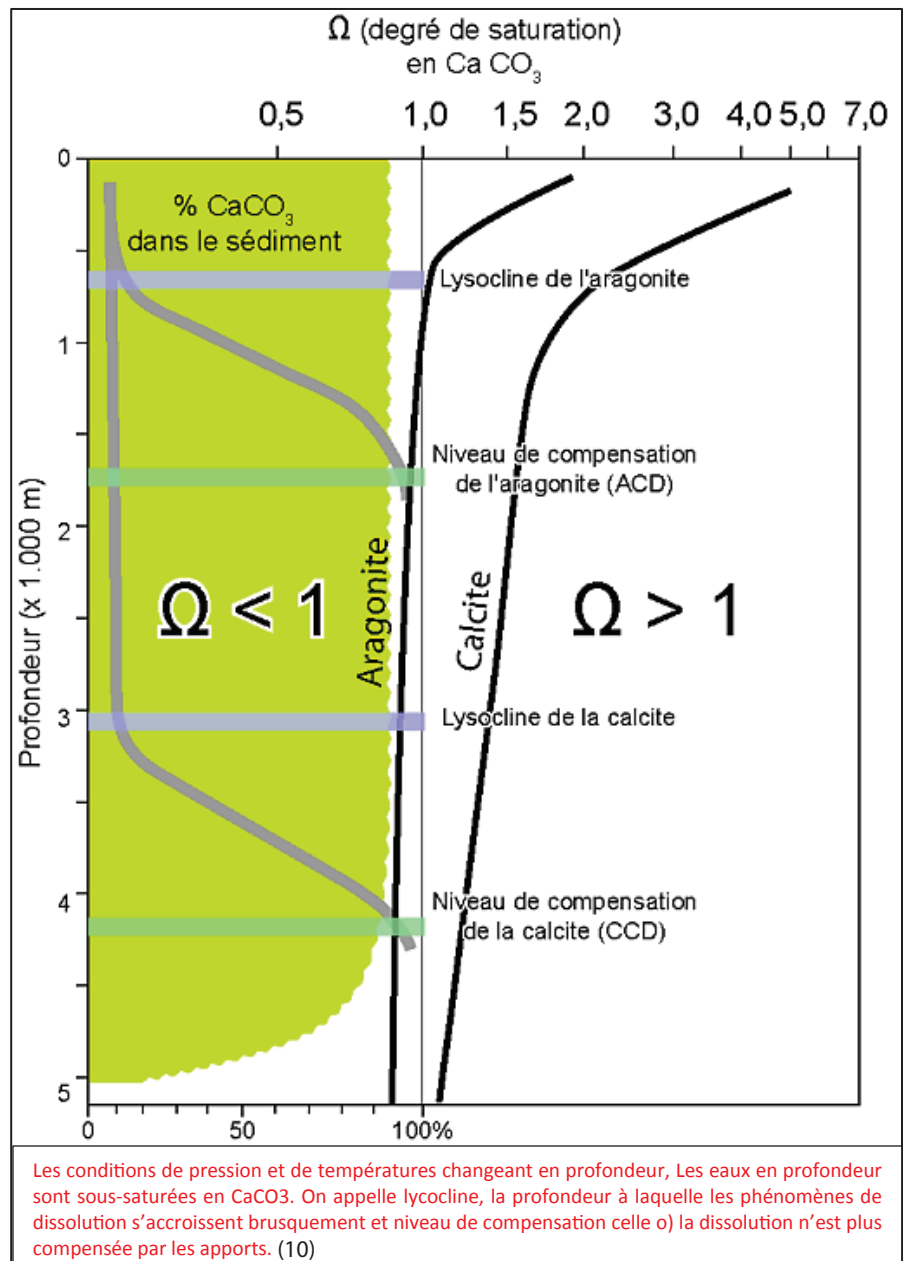
- **les substances nutritives** : Il s'agit surtout de phosphates, nitrates et carbone organique.



Différents milieux de vie des microfossiles (10)

V.III. Microfossiles et sédimentation :

Dans les eaux peu profondes des plateformes continentales, l'activité benthique prédomine et détermine une variété considérable de sédiments carbonatés. Les Foraminifères, Ostracodes, Métazoaires à coquilles calcaires et les Algues calcaires sont abondantes. Dans les eaux profondes, la sédimentation est relativement peu variée. Elle est dominée par les boues à Radiolaires et les boues à Coccolithes. Le calcaire est fortement dissous dans les eaux profondes : La température décroît jusqu'à 5° qu'elle atteint vers 1000m. La pression augmente, provoquant une augmentation de la teneur en CO₂ et un abaissement relatif du pH.



Aussi, sous forme de niveaux successifs, il y a une dissolution croissante du carbonate de calcium :

- jusque vers **3.000 m à 4.000 m**, la dissolution est faible. Les Foraminifères et Coccolithophoracées sont bien conservés ;
- la lysocline (**vers 4.000 m**), correspond à la profondeur en dessous de laquelle la dissolution augmente brusquement ;
- **le niveau de compensation** de la calcite est la profondeur à laquelle tout l'apport de calcaire est compensé par la dissolution. Ne sont conservés dans le sédiment que les microfossiles organiques ou siliceux.