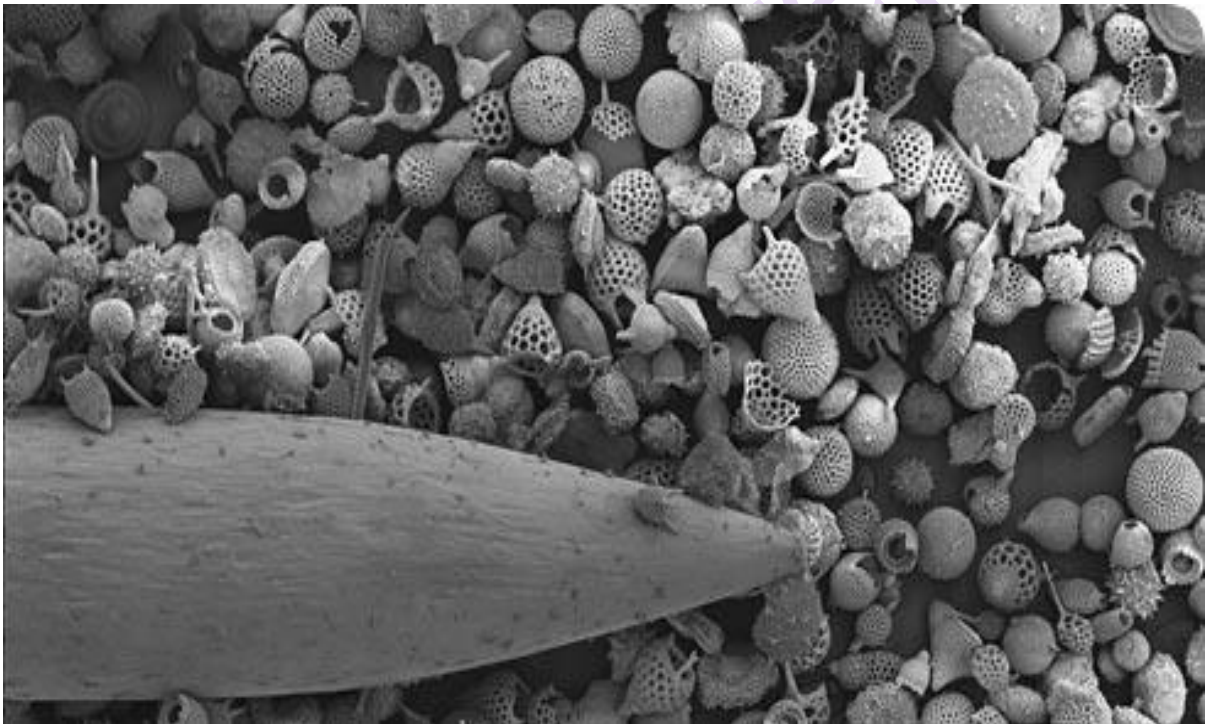




IMAGE DE LA SEMAINE

2023 - 8

Des sédiments océaniques

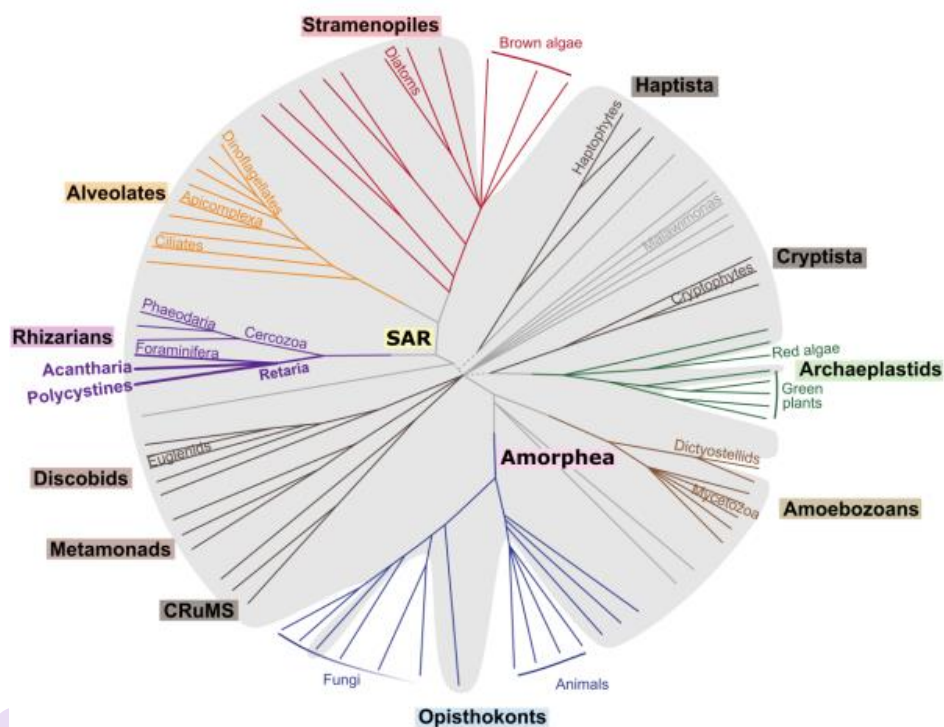


Boue à radiolaires du Miocène de La Barbade (40 Ma). MEB / la pointe d'une épingle : diamètre de 0.65 mm, donne l'échelle. © *Natural History Museum, Londres.* **Les radiolaires sont des organismes unicellulaires à squelette en silice. Mais que connaissez-vous de ces minuscules organismes (50 à 300 μm de long) dont les tests s'accumulent sur les fonds sous-marins à leur mort constituant alors une fraction des sédiments océaniques.**

Les radiolaires sont des organismes pélagiques, exclusivement marins. Pour rappel, ces unicellulaires eucaryotes possèdent un squelette siliceux, à base de SiO_2 , autour duquel rayonnent des pseudopodes filiformes et rayonnants. Ce squelette se conserve très bien dans les sédiments et présente un excellent enregistrement fossile. Si la plupart des formes actuelles sont des prédateurs ou des brouteurs d'algues microscopiques, formés d'une seule cellule, certains genres (exemple : *Collozum*) vivent assemblés par plusieurs milliers dans une gelée commune, truffée de zooxanthelles avec lesquelles ils établissent une symbiose.

Leur position systématique est très discutée, la tendance actuelle étant d'en faire des SAR, *Rhizaria* (distincts donc des alvéolates et des straménopiles), *Retaria* (donc proches des foraminifères). Parmi les radiolaires, certains ont un squelette en sulfate de strontium (acanthaires), d'autres un squelette silicaté (polycystines) ou encore aucun squelette pour certains genres vivant en grande profondeur !

Complétant ces données moléculaires, l'utilisation d'horloges moléculaires placent les premiers radiolaires au Néoprotérozoïque. Deux événements majeurs caractérisent leur diversification : le développement du squelette au Paléozoïque ancien et l'établissement de la symbiose au Jurassique (moyen à supérieur), lorsque les eaux oligotrophes et anoxiques dominaient les océans. La grande diversité environnementale trouvée aux nœuds basaux des phylogénies conduit à émettre l'hypothèse de l'existence de radiolaires sans squelette associée aux taxopodes.



D'après Keeling and Burki (2019), modifié.

Pour distinguer un foraminifère d'un radiolaire sur un cliché ou une lame : le foraminifère est entouré d'un test arrondi fait de carbonate de calcium, tandis que les radiolaires et les acanthaires ont des squelettes de silice et strontium en forme d'aiguilles ou de boucliers, structures fortes résistantes, « facilement » fossilisables.

Des données récentes (De Wever, 2022) suggèrent que la mousson pourrait avoir des répercussions importantes sur le plancton : les forts vents entraînent l'eau de surface qui, elle-même, influe sur les eaux profondes, créant d'importantes remontées d'eaux froides, riches en nourriture pour le plancton. Celui-ci est alors surabondant. La matière organique créée s'oxyde quand les organismes meurent, alors l'eau devient plus acide et dissout les coquilles des micro-organismes calcaires, si bien que ne se déposent que les micro-organismes à squelettes siliceux : radiolaires et diatomées. Les radiolarites mésozoïques que l'on trouve dans les montagnes du nord de la Méditerranée jusqu'en Himalaya en passant par la Turquie et l'Iran, prouveraient ainsi que d'importantes moussons fonctionnaient là, bien avant l'élévation de l'Himalaya !

Pour aller plus loin...

Les sédiments océaniques peuvent être répartis en 4 grands groupes, suivant leur origine :

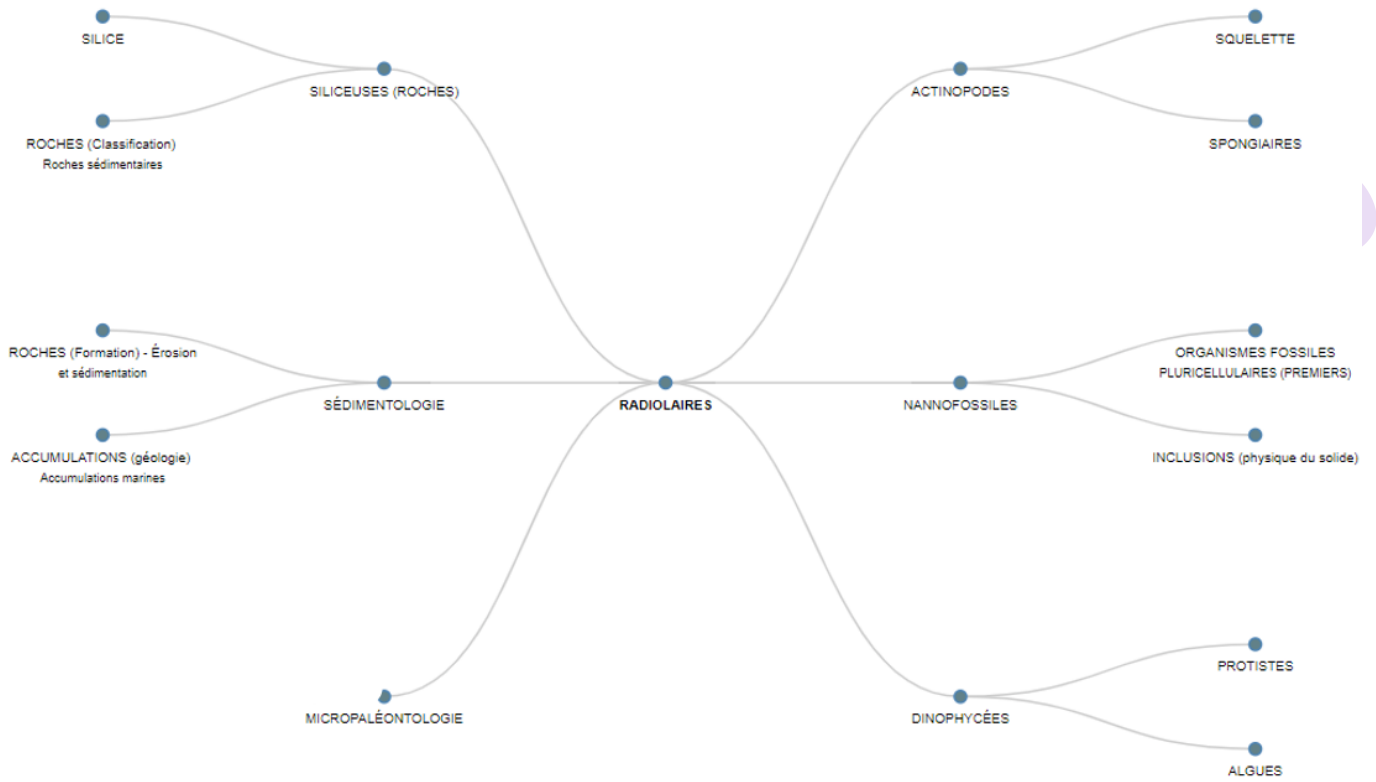
- une fraction **biogène** liée à l'activité biologique du plancton et des organismes marins, dont les tests ou les coquilles « tombent » sur les fonds après la mort des organismes. Cette fraction est carbonatée ou siliceuse ;
- une fraction **volcanogène** résultant de l'activité volcanique, dispersée par les vents à partir des volcans actifs, continentaux ou iliens. Cette fraction est silicatée ;
- une fraction **détritique**, terrigène, d'origine continentale et dispersée par les courants atmosphériques voire océaniques. Cette fraction est silicatée ;
- une fraction **authigène**, néoformée à partir des ions en solution dans l'eau de mer, donc précipitée et principalement silicatée. Parmi les éléments de cette fraction se retrouvent des argiles provenant de l'hydrothermalisme des dorsales. Celui-ci entraîne une substitution d'éléments entre les basaltes nouvellement formés et l'eau de mer. En particulier, il y a échange du calcium des verres basaltiques silicatés et du magnésium en solution, ce qui aboutit à une *argile magnésienne d'altération* (de formule simplifiée fictive $MgSiO_3$), et à la libération de calcium qui précipite au fond des océans et au droit des dorsales (on est au-dessus de la CCD), en calcite $CaCO_3$. D'où la réaction bilan schématique :



Notez qu'au contraire des réactions d'altération continentale, cette altération des pyroxènes calciques *libère du CO_2* . D'autre part, elle est d'autant plus active que l'expansion océanique est rapide, et la fracturation intense.

- Dans le détail..., le plancton et les organismes du domaine océanique sont sources de deux types d'éléments : un **squelette** (test lorsqu'il est interne, recouvert par un des expansions cytoplasmiques et membranaires, ou coquille lorsqu'il est externe) et de la **matière organique**. A la mort des organismes, la matière organique est généralement dégradée par oxydation sauf si elle est rapidement enfouie et ainsi préservée, et le squelette se dépose par gravité sur les fonds. Les constituants les plus fréquents des squelettes sont la silice (SiO_2) et le carbonate de calcium ($CaCO_3$).
Quatre grands taxons planctoniques forment l'essentiel du plancton océanique : les foraminifères et les radiolaires, d'affinité « animale », les coccolithophoridés et les diatomées, d'affinité « végétale ». Attention, les sources biogènes des plateformes sont totalement différentes (mollusques, échinodermes, algues encroûtantes et calcaires...).
- Les fonds océaniques, révélés par les carottages, réunissent principalement des boues carbonatées, siliceuses et des « argiles rouges des grands fonds ». Ces dernières réunissent des éléments des 4 fractions (*biogènes* : résidus des coquilles carbonatées des ptéropodes - mollusques planctoniques - après dissolution des carbonates, *volcanogènes*, *authigènes* et *terrigenes*). Elles sont particulièrement abondantes dans le Pacifique centre-est, sous la CCD et sous les zones de faible productivité biologique.
- La présence, l'abondance, la répartition des sédiments biogènes du domaine océanique dépend de 3 grands facteurs :
 - la productivité biologique des eaux de surface où se concentre le plancton ;
 - la température de ces eaux de surface : les eaux « fraîches » sont plus riches en CO_2 et donc pauvres en HCO_3^- (cf, équilibre des carbonates) et inversement...
 - la profondeur des bassins océaniques. Globalement, les eaux océaniques sont sous-saturées en silice (dissolution forte et rapide, dès la mort des organismes...). Avec la profondeur, la température des eaux baisse, la pression augmente, l'équilibre des carbonates est déplacé vers la gauche, donc vers le CO_2 . Les eaux conservent les tests carbonatés jusqu'à la lysocline. A partir de ce niveau, les eaux « enrichies » en CO_2 sont plus agressives et les tests sont progressivement dissous, jusqu'à la CCD. La CCD correspond donc à la profondeur à laquelle tout l'apport de calcite est compensé par la dissolution.

Carte mentale à propos des radiolaires, proposée par *Encyclopaedia Universalis*, 2022



Prepas-svt / /