

A la recherche des origines: la vie

Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement

Nestor DEBIESME, Robin CHAPPELLE, Florence DAWAGNE,

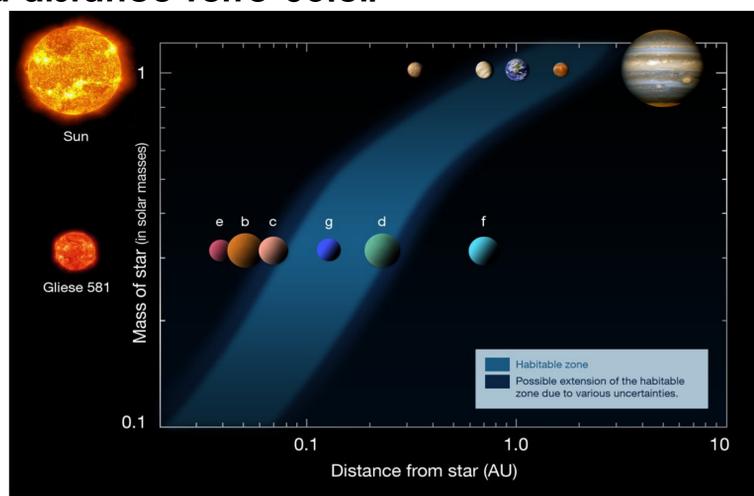
Charles LOUVET, Michel VAN HENTENRYCK

Pourquoi la Terre est-elle habitable ?

On définit l'habitabilité d'un corps astronomique comme étant sa capacité à développer et à accueillir la vie sous sa forme la plus simple. Cette notion s'applique donc aux planètes ainsi qu'à leur satellites.

Quelles sont les conditions nécessaires à la vie ?

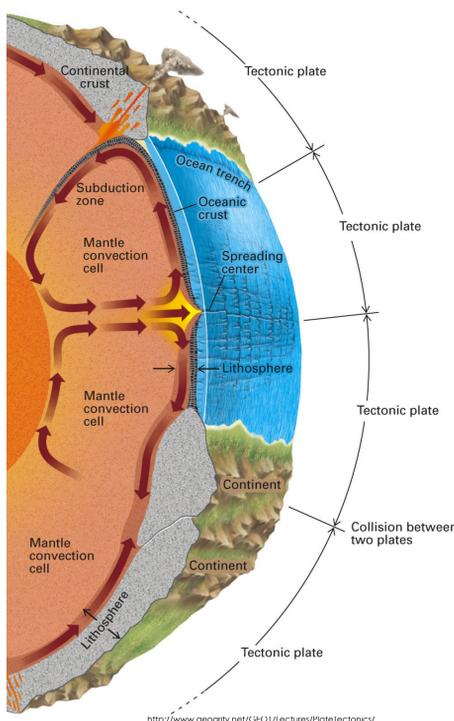
La distance Terre-Soleil



Nous nous trouvons à « bonne » distance du Soleil, ce qui, couplé à la présence d'atmosphère, permet à l'eau d'exister sur Terre sous sa forme liquide, essentielle à la vie.

Une géologie active

La croûte terrestre est un assemblage de plaques tectoniques qui se meuvent les unes par rapport aux autres grâce à des mouvements convectifs à l'intérieur du manteau. Cette tectonique de la Terre permet un recyclage de la matière afin de la rendre à nouveau exploitable par les organismes vivants.



Obliquité de la Terre garantie par la Lune

Notre satellite naturel nous protège. De par l'attraction qu'il exerce sur notre planète, il stabilise son axe de rotation et son obliquité. Cela permet de conserver des conditions climatiques stables aptes à abriter la vie.



La vie vient-elle de l'espace ?

Les astéroïdes ont apportés l'eau

Il y a 4.5 milliards d'année, le terre n'est encore qu'un vaste désert hostile à la vie. Dans un tel environnement, comment la vie a-t-elle pu se développer ?

Les molécules organiques et l'eau nécessaire à l'apparition de la vie, proviendraient pour partie des nombreuses comètes qui bombardaient encore notre planète à l'aube de son histoire.

Et la vie ?

Le carbone est l'élément indispensable à la vie telle que nous la connaissons. Sans carbone, pas de molécules organiques complexes comme l'ADN ou les acides aminés qui forment les protéines. Au terme d'un processus de complexification, ces mêmes molécules ont donné naissance aux premières formes de vie apparues il y environ 3.8 milliards d'années et plus tard aux cyanobactéries, les premiers organismes capable de faire la photosynthèse.

D'où vient la matière organique de notre planète ?



Certaines météorites regorgent de molécules organiques primitives. Un des exemples les plus intéressants est celui de la météorite de Murchison, tombée près de Melbourne en Australie en 1969. Les analyses ont révélés la présence de bases puriques et pyrimidiques, des bases de l'ADN.

La théorie de la panspermie

Cette théorie soutient que la matière organique, à l'origine de la vie sur Terre, proviendrait d'une source extraterrestre. La vie est apparue dans ce que l'on appelle la « soupe primitive ». C'est ainsi qu'on décrit les conditions qui régnaient sur Terre à l'époque (températures élevées, très peu d'oxygène, ...)

L'expérience de Stanley-Miller (1952) a tenté de recréer ces conditions, l'expérience, bien que décriée, a porté ses fruits en synthétisant des molécules organiques primitives. Cependant, la quantité semble infime, étant donné qu'il est estimé que les astéroïdes en ont apportés mille fois plus.

A la recherche des origines: l'oxygène

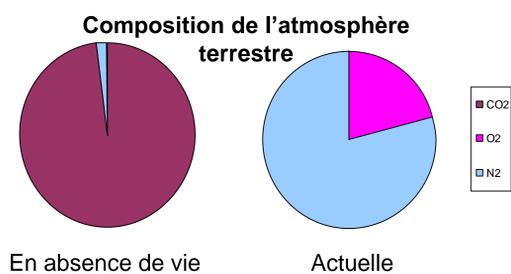
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

Maxime BARBIER, Delphine KLAESSENS, Valentine SCAUT,
Julie BROUWERS, Loïc REDANT et Robin THIBAUT

D'où vient notre oxygène?

L'oxygène est un élément primordial dans le système Terre. Il est présent dans l'atmosphère sous la forme d'un gaz, le dioxygène et permet un grand nombre de processus indispensables à la vie sur Terre.

Ce gaz a-t-il été toujours présent en quantité constante?



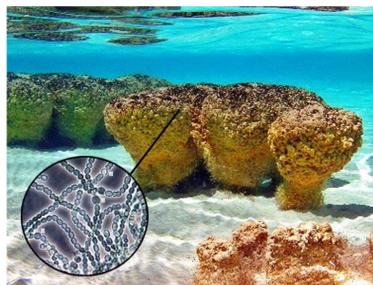
NON! Il n'apparaît en trace qu'à l'Archéen et subit une forte augmentation au Protérozoïque.

Archéen (4.0-2.5 milliard d'années)

Les premières cellules (procaryotes) apparaissent; ces dernières sont des organismes hétérotrophes anaérobies.

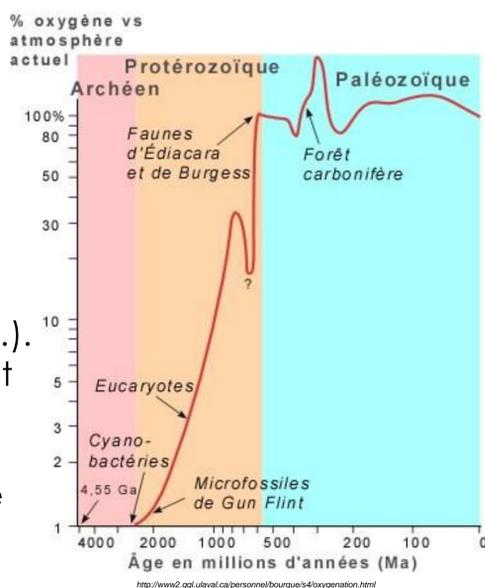
L'atmosphère primitive est réductrice (CH₄, H₂, N₂, CO₂...). Peu de matière organique est disponible; une compétition règne et entraîne inévitablement l'évolution de nouveaux métabolismes autotrophes pour leur survie.

Parmi les premiers organismes, les cyanobactéries jouent un rôle essentiel : elles produisent de l'oxygène et sont à l'origine de formations géologiques, les stromatolithes.



Qu'est-ce qu'un stromatolithe?

Un stromatolithe est un « organisme » marin bioconstructeur d'édifices calcaires, formé essentiellement de cyanobactéries.



D'où vient notre minerai de fer ?

Qu'est ce que le fer ?

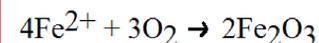
Le fer est un métal de transition. Il s'agit du sixième élément le plus abondant dans l'univers et il représente 6,2% de la masse de la croûte continentale. C'est le métal le plus courant dans la vie de tous les jours.

Fig. Ci-contre : Atomium = Maille élémentaire de fer



Origine

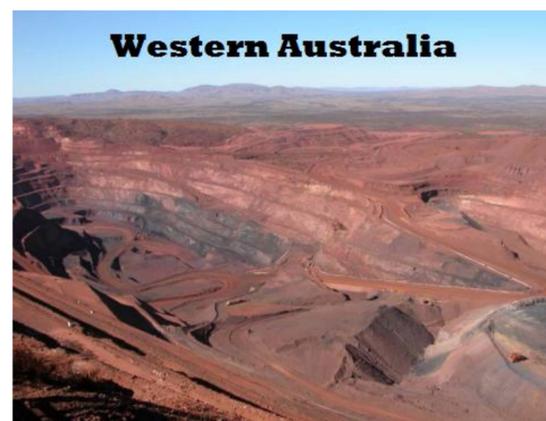
Il y a entre 2 et 2,5 milliards d'années, l'atmosphère qui contenait peu d'oxygène a évolué en une atmosphère riche en oxygène. Ce changement radical a conduit à la l'oxydation du Fe²⁺ et à la précipitation d'oxydes de fer qui décantent aux fonds des océans et qui deviendront des couches sédimentaires riches en fer appelés gisement de fer rubané ('Banded Iron Formation' ou BIF). On obtient la majorité du fer à partir d'oxydes, l'hématite (Fe₂O₃) et la magnétite (Fe₃O₄).



Ci-contre : BIF = Alternance de couches d'oxydes de fer grises et de couches rouges de silice riche en fer.

Dans le monde entier, on extrait plus d'1 milliard de tonnes de minerai de fer chaque année.

Gisements : BIF à grande échelle



Protérozoïque : apparition de la photosynthèse oxygénique

Le succès de cette évolution entraîne un nouveau mécanisme photosynthétique produisant de l'oxygène et menant à l'extinction de nombreuses espèces anaérobiques.



Conséquences

- Accumulation de matière organique qui devient un réservoir pour les hétérotrophes
- Libération de l'O₂ dans l'océan et oxydation du Fe²⁺
- Enrichissement progressif de l'atmosphère en O₂
- Développement de la respiration aérobie, métabolisme plus efficace, déclenchant le début du règne des eucaryotes.