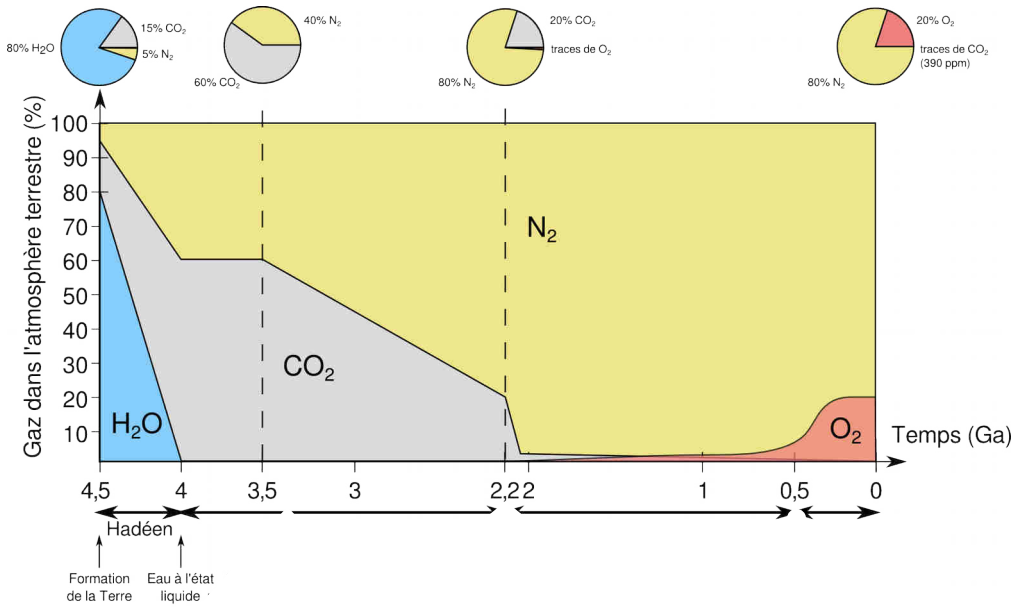


TD6 : Evolution de la composition de l'atmosphère

Selon les données recueillies par les chercheurs, la composition de l'atmosphère a fortement évolué depuis la formation de la Terre il y a 4,5 milliards d'années (ou Giga années = Ga). Les grandes lignes de cette évolution sont reportées dans le document de référence ci-dessous.

Document de référence : évolution de la composition atmosphérique au cours de l'histoire de la planète Terre



Nous cherchons à déterminer certains des mécanismes qui pourraient expliquer l'évolution de la composition de l'atmosphère terrestre.

- **A l'aide des documents fournis, proposer une ou plusieurs explications à l'évolution de la composition de l'atmosphère terrestre à partir de 4 Ga (il n'est pas demandé de s'intéresser aux modifications liées aux activités anthropiques).**

Document 1 : les formation de fers rubanés

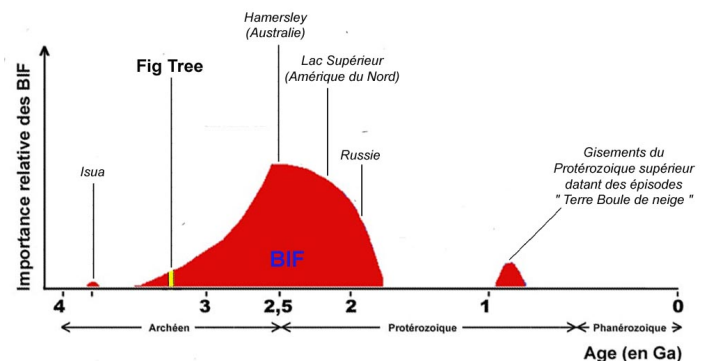
La grande majorité des minerais de fer du monde est constituée de ce qu'on appelle des fers rubanés (*Banded Iron Formation* ou BIF, en anglais). Ces BIF existent avec plusieurs faciès, mais le faciès « classique » est constitué d'alternances de lits de silice et d'hématite (minéral dans lequel le fer est sous sa forme la plus oxydée). Ce sont toujours des formations sédimentaires marines.

La photo ci-dessous présente des fers rubanés de la série de Fig Tree, âgée de -3,26 à -3,22 Ga qui appartient au super-groupe de Barberton en Afrique du Sud.

Les fers rubanés sont tous d'âge archéen ou protérozoïque inférieur, à l'exception de ceux liés aux épisodes *Snowball Earth* vers -0,7 Ga

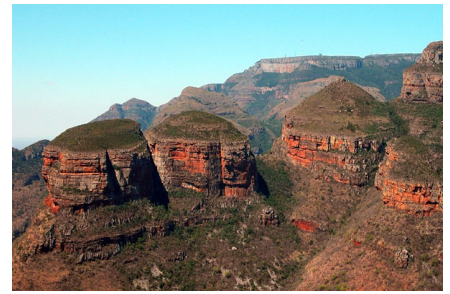


Photographie : Pierre Thomas



Document 2 : les paléosols rouges continentaux ou red beds

Les paléosols, ou sols fossiles, se sont formés par altération de roches continentales au contact de l’atmosphère. La couleur rouge de certains de ces sols provient de la forte teneur en hématite, minéral d’oxyde de fer de formule chimique. La photographie ci-contre présente des dépôts sédimentaires continentaux de couleur rouge datés de -2,3 Ga, localisés à Blyde River Canyon (en Afrique du Sud) (D’après le site <http://www.lalechere.co.za>)



Tous les sols fossiles plus anciens sont dépourvus d’hématite et montrent un appauvrissement en fer que l’on attribue au lessivage des formes solubles du fer par les eaux de pluie.

Document 3 : Les cyanobactéries : organismes photosynthétiques unicellulaires

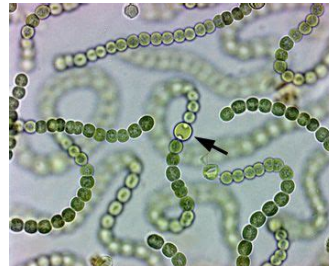
Les cyanobactéries sont des bactéries photosynthétiques. Elles ne possèdent pas de chloroplastes, les systèmes chlorophylliens sont localisés sur des thylakoïdes libres dans le cytoplasme.

Les cyanobactéries actuelles peuvent être des unicellulaires indépendants ou filamenteux et peuvent être coloniales. Elles forment alors des "tapis" bactériens qui recouvrent la surface du sol. Certaines cyanobactéries sont présentes dans des conditions extrêmes (sources chaudes ou lacs salés), mais d’autres cyanobactéries vivent dans des conditions plus tempérées. C’est le cas des cyanobactéries du genre Nostoc, présent dans nos régions, qui forment les pellicules noires ou verdâtres, un peu gluantes (appelées crachats de lune) que l’on peut trouver sur des rochers humides.

cyanobactéries coloniales du genre Nostoc

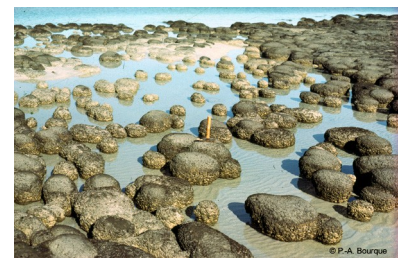


observation microscopique de filaments de Nostoc

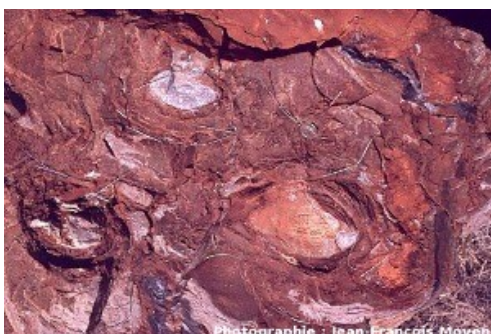
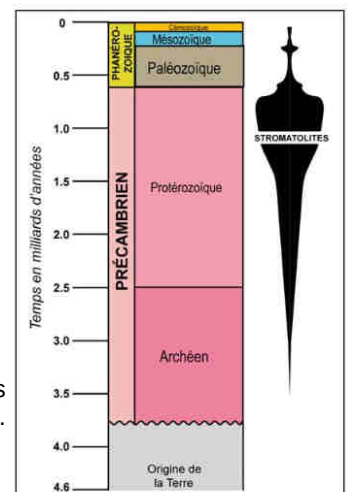


Document 4 : Les stromatolithes

Les stromatolithes sont des constructions calcaires qui ont une forme de colonne. Elles sont élaborées par les cyanobactéries, comme le montrent les stromatolithes actuels, bien connus en Australie (photo ci-contre) ou au Bahamas. D’autres ont été découverts dans certains lacs d’altitude en Argentine (voir : <https://www.youtube.com/watch?v=aj2e1IPRZXU>)



Les stromatolithes ont d’abord été observés dans des **formations datées d’environ 3,5 milliards d’années**, notamment en Australie et en Afrique du Sud. Les stromatolithes ont dominé l’enregistrement géologique pendant près de trois milliards d’années : ils étaient très répandus dans les mers peu profondes jusqu’à la diversification de la vie qui s’est produite avant le Cambrien, vers – 600 Ma.



**Stromatolithes en cônes
Strelley Pool Cherts (Australie)
datés de 3430 Ma
(2006 Jean-François Moyen)**

Extension des stromatolithes dans les temps géologiques. (D’après Awramick, 1984).

L'un des modèles de formation et de croissance des stromatolithes est basé sur la précipitation biochimique de minéraux en relation avec l'activité photosynthétique. Dans ce cas, la précipitation se fait par le couplage des deux réactions suivantes :

- la photosynthèse (effectuée par les cyanobactéries) : $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$
- la précipitation des carbonates : $2 \text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Dans un système où des ions carbonates (HCO_3^-) existent en solution, on voit donc que, si on soustrait du CO_2 au système, l'équation des carbonates est déplacée vers la droite, c'est-à-dire vers la précipitation de carbonates CaCO_3 . La photosynthèse consomme du CO_2 , si bien qu'elle induit localement la précipitation de carbonates.

Sources

http://www.saga-geol.asso.fr/Documents/Saga_300_stromatolites.pdf

<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s4/stromatolites.html>

<https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/stromatolithes.xml>

<https://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/lmg364-2011-10-10.xml>