

TP n° 8 : Evolution de l'atmosphère : De l'atmosphère primitive à l'atmosphère actuelle

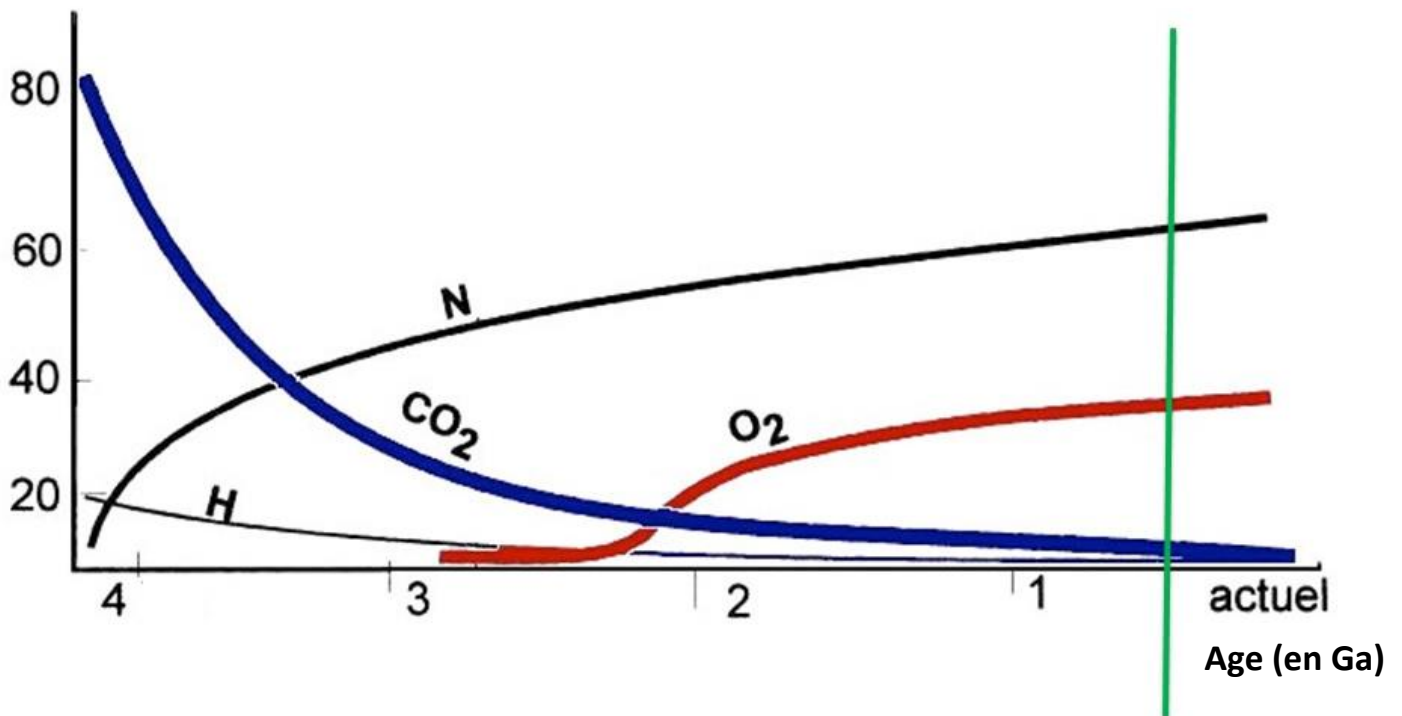
On sait aujourd'hui que l'atmosphère initiale de notre planète (atmosphère primitive) était bien différente de l'atmosphère actuelle, elle avait une composition proche de celles de Mars et Vénus. Elle était donc majoritairement composée de CO_2 et totalement dépourvue d' O_2 .

- Objectif de connaissance :
 - On cherche à savoir quand et comment l'atmosphère terrestre à évolué.
- Objectifs méthodologiques :
 - Réaliser une manipulation d'après un protocole.
 - Recenser, extraire et organiser des informations.
 - Adopter une démarche explicative.
- Travail à réaliser :
 - Expliquez comment l'atmosphère s'est enrichie en O_2 . Vous justifierez la chronologie de cette évolution évoquée dans le document de référence.
 - Expliquez comment l'atmosphère s'est appauvrie en CO_2 . Vous justifierez la chronologie de cette évolution évoquée dans le document de référence.

Document de référence :

Chronologie reconstituée de l'évolution de l'atmosphère terrestre

Abondance des gaz (%)



Repères chronologiques de l'histoire de la Terre :

- 4,6 Ga : formation de la Terre
- 4,3 Ga : formation des océans
- 3,8 Ga : premières formes de vie
- 3,5 Ga : premières bactéries photosynthétiques
- 3,2 Ga : stromatolites
- 2,4 Ga : grande catastrophe de l'oxygène
- 2,2 Ga : apparition de l'oxygène dans l'atmosphère
- 2,1 Ga : apparition des eucaryotes
- 2,1 Ga : apparition d'organismes pluricellulaires

Document 1 : Quelques expériences sur les différents états du fer**Protocole expérimentale 1 : L'oxydation du fer**

Deux solutions de fer ferreux (Fe^{2+}) sont soumises à des conditions différentes :

- Solution A : Solution conservée à l'abri de l'atmosphère
- Solution B : solution soumise à une oxygénation par « bullage » avec de l'air

Préparez les 2 tubes comme indiqué ci-dessous, communiquez vos résultats et conclure.

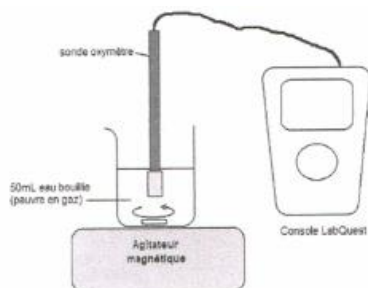
Tube 1 : 3 ml de solution A + 1 ml de NaOH

Tube 2 : 3 ml de solution B + 1 ml de NaOH

Rappel : l'ajout de soude fait précipiter les ions FE sous forme d'hydroxydes : hydroxyde ferreux $\text{Fe}(\text{OH})_2$ de couleur vert sombre ou hydroxyde ferrique $\text{Fe}(\text{OH})_3$ de couleur rouille.

Protocole expérimentale 2 : Fer et oxygénation de l'eau

Réalisez le montage présenté par le schéma ci-dessous :



Paramétrer la console : durée = 300 s et fréquence = 1 mesure/s.

Mettre le bécher sur l'agitateur, mettre la sonde en place et lancer l'agitation.

Lancer les mesures.

Refaire une deuxième mesure (après avoir changé l'eau bouillie) en ajoutant au préalable à l'eau bouillie 1,5 ml de sulfate ferreux.

Rappel : la plupart des gaz est soluble dans l'eau. Lors d'un contact entre eau et gaz, un peu de celui-ci passe en solution dans l'eau.

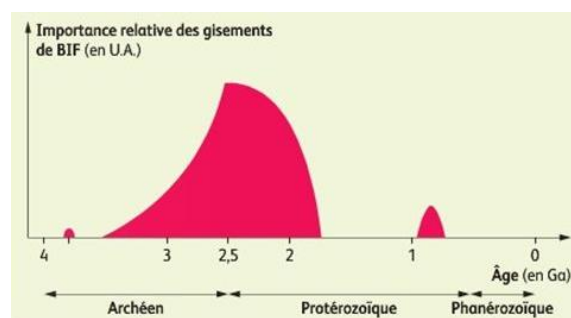
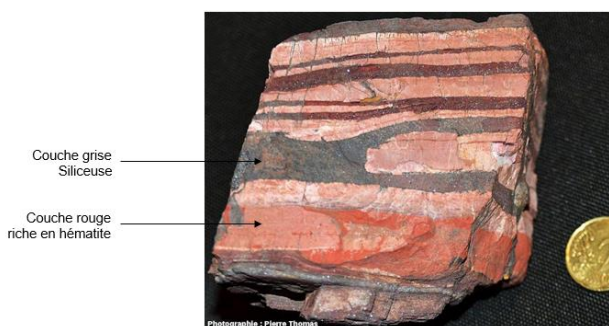
Communiquez vos résultats et conclure.

Document 2 : Les fers rubanés

Les gisements de fer rubanés (BIF) sont des minerais très riches en fer formés en milieu aquatique par l'alternance de lits quartziques et de lits riches en oxydes ferriques sous forme de magnétite et d'hématite (magnétique : Fe_3O_4 et hématite : Fe_2O_3). Ils représentent 90% du minerai de fer exploité dans le monde. Les différentes couches sont de dimension centimétrique. Leur origine est majoritairement archéenne ; on les rencontre sur toute la surface du globe de -3,8 Ga à -2 Ga environ.

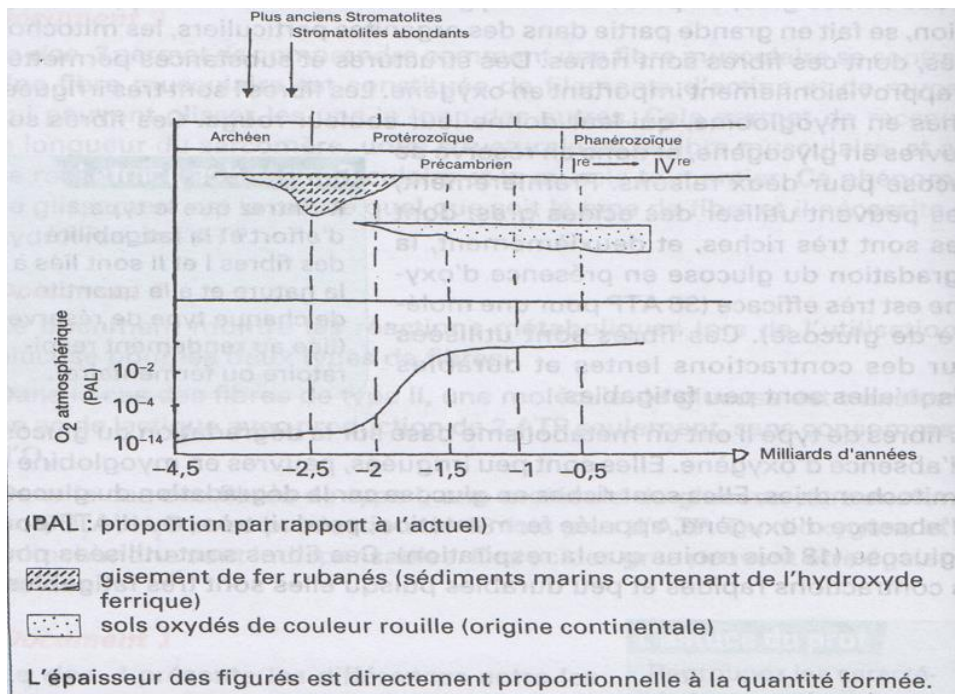
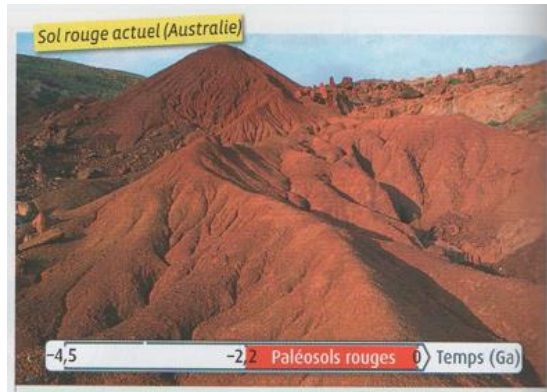
L'arrivée du fer dans les océans s'est fait par altération et érosion des terres émergées. Or ce fer n'est transportable en masse vers les océans qu'à l'état soluble et seul le fer ferreux (Fe^{2+}) l'est réellement (le fer ferrique (Fe^{3+}) est beaucoup moins soluble).

Lorsque la plus grande partie des formes réduites du fer furent oxydées, la sédimentation de gisements de fer rubané s'est raréfiée et la teneur en O_2 a alors augmenté dans les océans d'abord, dans l'atmosphère ensuite, pour se révéler hautement toxique pour les organismes anaérobies. C'est ce que l'on appelle la Grande oxydation ou « catastrophe de l'oxygène ».



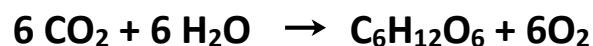
Document 3 : Les paléosols oxydés

A partir d'environ -2Ga, commencent à se former des minerais de fer différents appelés couches rouges continentales résultats d'oxydation du fer dans les sols des continents. Ses sols rouges sont riches en hématite peuvent se former en domaine continental, sur le lieu même d'altération des roches mères.

**Document 4 : Les Stromatolites**

Les stromatolites sont des constructions calcaires mamelonnées qui résultent de l'activité de cyanobactéries, micro-organismes procaryotes photosynthétiques vivant dans les eaux douces ou salées.

Rappel : équation de la photosynthèse



Document 5 : Quelques aspects de la chimie des oxydes de carbone**➤ Dissolution du CO₂**

Comme tous les gaz, le CO₂ peut se dissoudre dans l'eau. La quantité de CO₂ dissous dépend de la concentration de ce gaz dans l'atmosphère, de la quantité d'eau, de la pression et de la température. Une fois dissous, le CO₂ réagit avec l'eau selon l'équation suivante :



Le H₂CO₃, acide carbonique peut se dissocier ainsi : $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$

➤ Expériences :

Dans un Erlenmeyer, verser 10 mL d'eau de chaux.

Verser ensuite successivement dans cet erlenmeyer (en notant à chaque fois l'aspect pris par le liquide) :

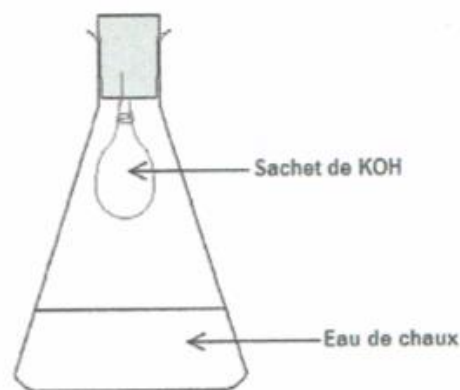
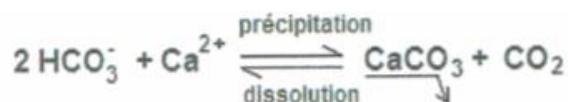
2 mL d'eau gazeuse (enrichie en CO₂)

10 mL d'eau gazeuse

Introduire ensuite un sachet de KOH (hydroxyde de potassium aussi appelé « potasse ») qui a la propriété d'absorber le CO₂.

Rappel : L'eau de chaux est une solution d'hydroxyde de calcium Ca(OH)₂. Celui-ci se dissout en Ca²⁺ + 2 OH⁻.

Un précipité apparaissant dans l'eau de chaux est constitué de carbonate de calcium CaCO₃ selon la réaction suivante :

**Document 6 : Cultures de cyanobactéries**

Deux cultures de cyanobactéries (bactéries photosynthétiques) ont été réalisées puis exposés à la lumière :

- ✓ Cyanobactéries dans de l'eau distillée
- ✓ Cyanobactéries dans une eau riche en Ca²⁺ et HCO₃⁻

Observez au microscope polarisant un échantillon de chacune des cultures de cyanobactéries pour rechercher la présence de cristaux de carbonate de calcium.

Rappel : Bilan chimique de la photosynthèse (effectuée par les cyanobactéries) :



La photosynthèse se traduit donc par une consommation de CO₂ ce qui, en milieu aquatique, modifie les équilibres des réactions « précipitation/dissolution » des carbonates.

On voit ainsi que, si on soustrait du CO₂ au système, l'équation des carbonates est déplacée vers la droite, c'est-à-dire vers la précipitation de carbonates.

Document 7 : Les stromatolites

Stromatolite actuel



Stromatolite fossile (en coupe)

Les stromatolites sont des structures en couches résultant de l'activité de micro-organismes photosynthétiques appelés cyanobactéries et d'un piégeage de particules sédimentaires. Ils se forment en milieu marin côtier.

