



Objectifs de l'activité :

- Etablir une chronologie des événements ayant conduit à la formation de la Terre et de l'atmosphère actuelle.
- Déterminer les arguments scientifiques ayant permis de reconstituer l'histoire de l'atmosphère terrestre

Consigne :

A partir des différentes ressources de chaque atelier, complétez la frise chronologique.

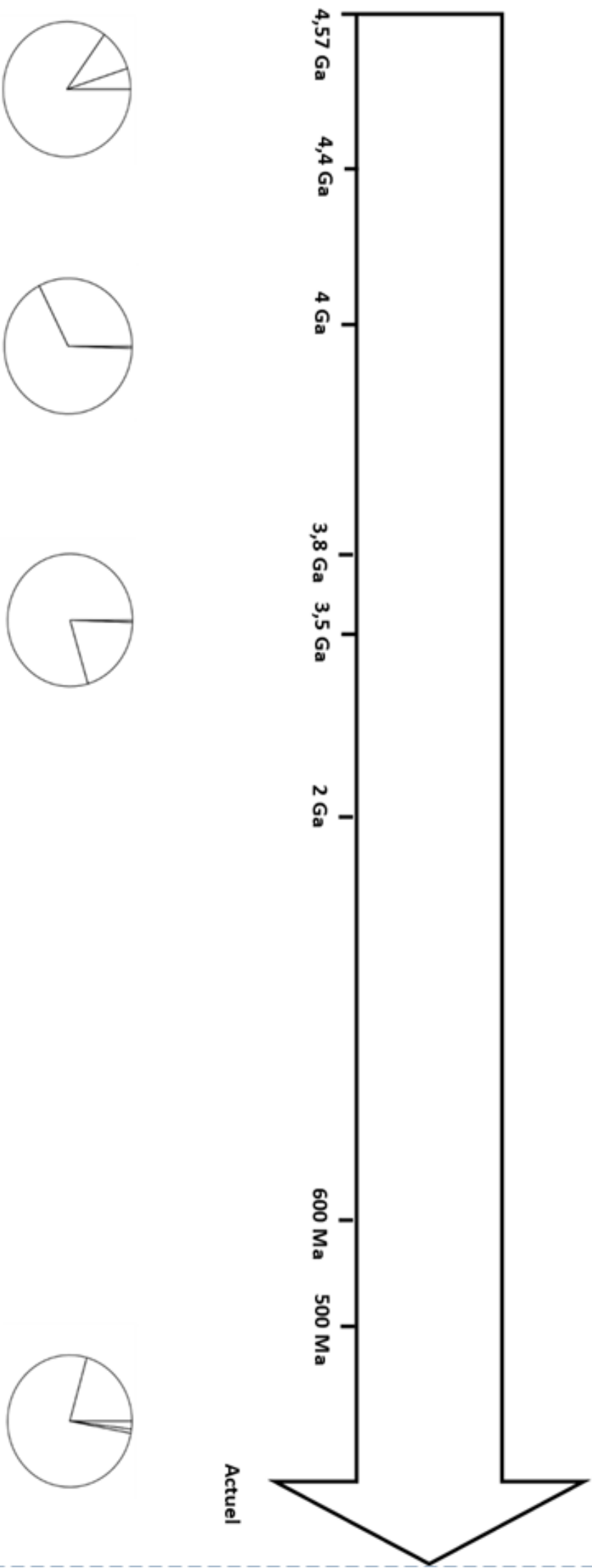
Vous indiquerez notamment (avec des couleurs différentes) :

- Les événements principaux ayant abouti à la formation de la Terre et de l'atmosphère
- Les causes principales de ces événements
- Les arguments scientifiques qui ont permis de déterminer ces événements
- La composition de l'atmosphère à 4,57 Ga, 4 Ga, 3,5 Ga et actuellement (dans les graphiques circulaires)

Critères de notation :

Tous les événements importants et leurs causes sont présents	/7
Les arguments scientifiques sont indiqués	/3
La composition de l'atmosphère est bien indiquée	/2
Propreté, soin, légende, couleur, paillettes (?!?)	/3
Exercices d'utilisation des diagrammes de phase (atelier n° 2) et équations à équilibrer (atelier n°4)	/5
Total	/20

Frise des Grandes étapes de la formation de la Terre et de l'atmosphère



Attention, sur cette frise, pour des raisons pratiques, l'échelle des temps n'est pas respectée

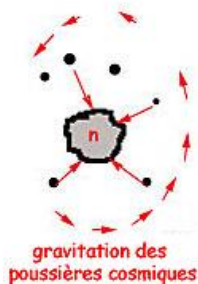
ATELIER 1 – FORMATION DE LA TERRE ET DE SON ATMOSPHERE

A déterminer avec cet atelier : 2 évènements majeurs, 2 causes, 2 arguments scientifiques (pour le même évènement), 1 composition atmosphérique

DOCUMENT 1 - L'accrétion

Vidéo à regarder :

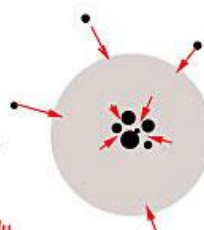
<https://youtu.be/ufagjQHcMxw>



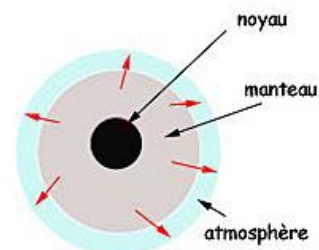
gravitation des poussières cosmiques



accrétion autour du noyau central "n"



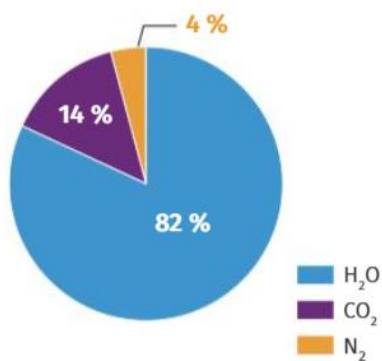
migration des noyaux lourds formation du noyau et du manteau



dégazage formation de l'atmosphère

DOCUMENT 2 – Dégazage du manteau primitif

Un intense dégazage provenant du manteau terrestre s'est produit dans les 150 premiers millions d'années de l'histoire de la Terre. Les éruptions volcaniques sont des événements au cours desquels des gaz sont émis dans l'atmosphère terrestre.



Composition chimique des gaz volcaniques. actuels



Éruption du volcan Sinabung à Sumatra (Indonésie).

DOCUMENT 3 – Les chondrites, témoins de l'atmosphère primitive

Etudier la composition de l'atmosphère primitive se heurte à un problème majeur : il n'y a pas d'archive géologique permettant de la déterminer.

Cependant, l'étude de certaines météorites pierreuses, **les chondrites**, permet de reconstituer cette composition.

Les chondrites représentent 85% des météorites du système solaire. Elles se sont formées il y a 4,6 Ga en même temps que la Terre, par fragmentation d'astéroïdes de trop petite taille pour avoir subi une différenciation : elles contiennent donc les mêmes éléments que la Terre primitive avant son dégazage.

En les chauffant fortement, on provoque leur dégazage, et les gaz obtenus peuvent être analysés. On considère alors que ces gaz reflètent la composition de l'atmosphère terrestre primitive.



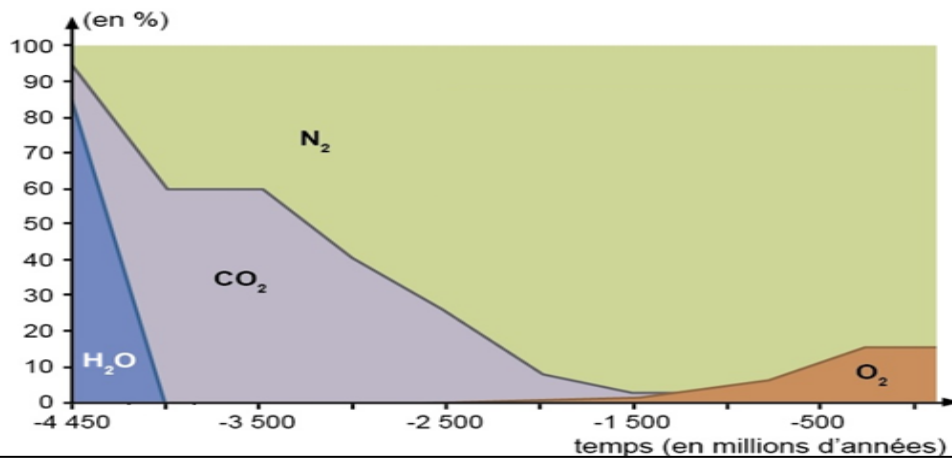
a Cette chondrite a l'âge de la Terre : 4,57 Ga.

ATELIER 2 – EVOLUTION DE L'ATMOSPHERE ET FORMATION DES OCEANS

A déterminer : 1 évènement majeur, 1 cause, 1 argument scientifique, 3 compositions atmosphériques

A faire en plus : Exercice d'entraînement à l'utilisation des diagrammes de phases

DOCUMENT 1 – Histoire des variations de composition de l'atmosphère terrestre



DOCUMENT 2 : Quelques observations sur Terre



Rides de courant fossiles (- 2,7 Ga) sur un littoral ancien (Australie).



Rides de courant laissées par l'océan sur un littoral actuel (Noirmoutier).

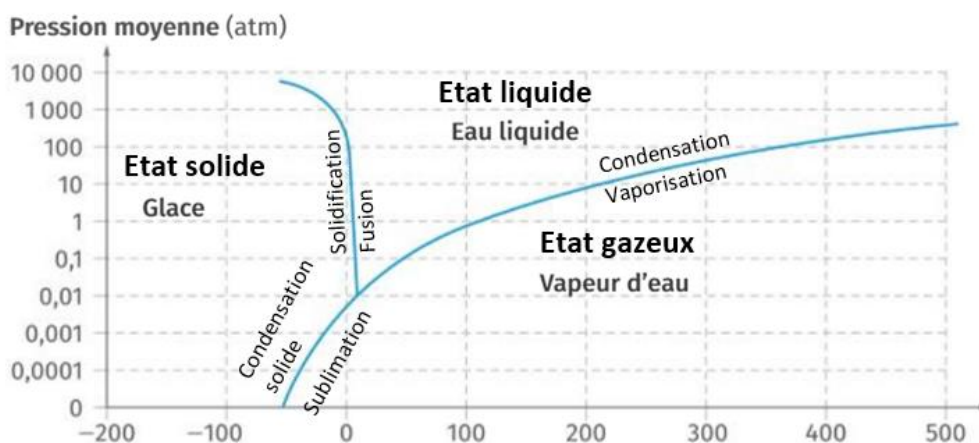
• L'actualisme est le principe qui postule que les lois qui régissent les phénomènes géologiques actuels sont les mêmes que celles qui s'exerçaient dans le passé.

• Des rides de courant fossiles datant de l'époque de l'Archéen (-4 Ga ; -2,5 Ga) ont été découvertes sur Terre (1 Ga = 10⁹ années).

DOCUMENT 3 : Conditions de pression et température sur Terre au début de son existence

On estime, qu'au début de son existence, la pression qu'exerçait l'atmosphère sur la Terre était d'environ 260 atm (soit 260 fois plus forte qu'aujourd'hui) et la température de l'ordre de quelques milliers de degrés. Très rapidement (en 150 millions d'années), la Terre s'est refroidit et on estime que vers 4,4 Ga sa température était de l'ordre de 375°C en surface. Par la suite la pression a baissé pour atteindre la valeur actuelle et la température n'a cessé de diminuer.

DOCUMENT 4 : Diagramme de phases de l'eau



A faire : Placez (au crayon effaçable) sur le graphique :

- Un point P correspondant à l'eau présente sur la Terre primitive (avec une température de 500°C)
- Un point O correspondant à l'eau présente sur la Terre à 4,4 Ga
- Un point A correspondant à l'eau présente sur la Terre actuelle

En déduire comment l'eau atmosphérique a pu précipiter pour former les océans

ATELIER 3 –CONSEQUENCE DE LA FORMATION DES OCEANS

A déterminer : 1 évènement majeur, 2 causes

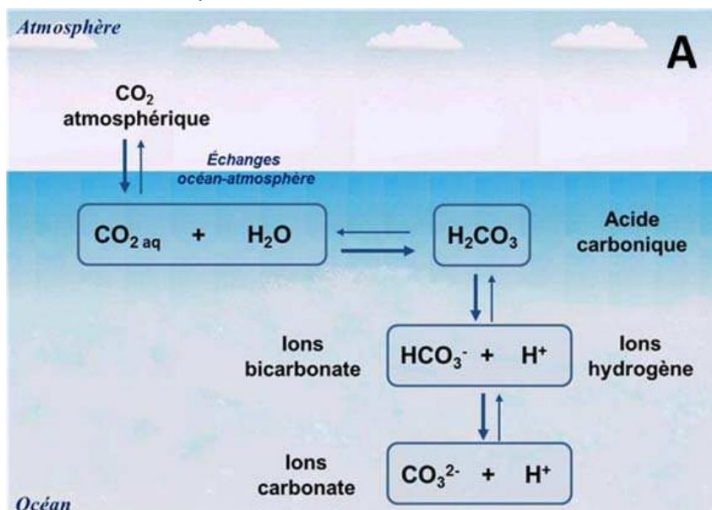
A faire en plus : Exercice d'entraînement à l'utilisation des diagrammes de phases

DOCUMENT 1 – Hydrosphère et CO₂ atmosphérique

Le CO₂ est soluble dans l'eau liquide : cette solubilité dépend notamment de la température de l'eau.

Le CO₂ peut alors réagir avec les molécules d'eau et former de l'acide carbonique, qui peut lui-même former des ions bicarbonates et carbonates.

Les ions carbonates CO₃²⁻ peuvent réagir avec les ions calcium Ca²⁺ présents dans l'eau et former des carbonates de calcium, qui forment alors des roches calcaires.



Roche carbonatée (calcaire), contenant du carbonate de calcium CaCO₃

Réactions de stockage du CO₂ atmosphérique dans les océans

ATELIER 3 –CONSEQUENCE DE LA FORMATION DES OCEANS

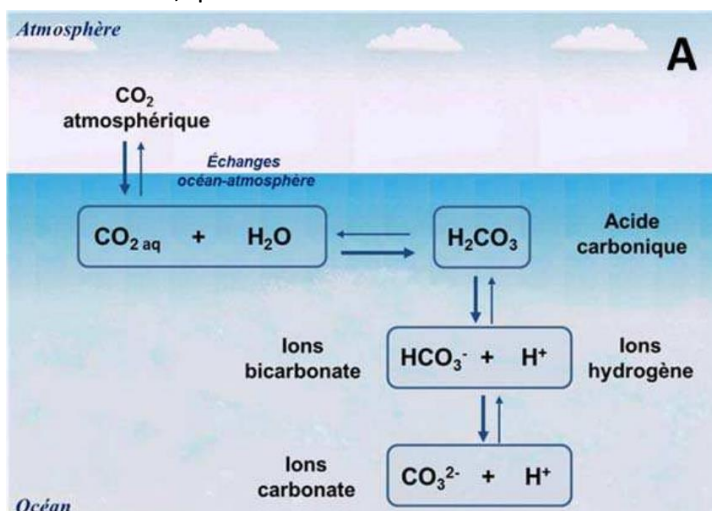
A déterminer : 1 évènement majeur, 2 causes

DOCUMENT 1 – Hydrosphère et CO₂ atmosphérique

Le CO₂ est soluble dans l'eau liquide : cette solubilité dépend notamment de la température de l'eau.

Le CO₂ peut alors réagir avec les molécules d'eau et former de l'acide carbonique, qui peut lui-même former des ions bicarbonates et carbonates.

Les ions carbonates CO₃²⁻ peuvent réagir avec les ions calcium Ca²⁺ présents dans l'eau et former des carbonates de calcium, qui forment alors des roches calcaires.



Roche carbonatée (calcaire), contenant du carbonate de calcium CaCO₃

Réactions de stockage du CO₂ atmosphérique dans les océans

ATELIER 4 – OXYGENATION DE L'ATMOSPHERE

A déterminer : 3 événements majeurs, 2 causes, 3 arguments scientifiques

A faire en plus : Exercice d'entraînement à l'utilisation des diagrammes de phases

Document 1 – Les stromatolithes, vestiges des 1^{er} êtres vivants existants sur Terre

Les stromatolithes sont des structures calcaires en boules, formées par l'activité de **cyanobactéries photosynthétiques**.

Ces bactéries produisent leur matière organique à partir de matière minérale et d'énergie lumineuse qu'elles puisent dans leur milieu selon la réaction suivante : $\dots \text{CO}_2 + \dots \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \dots \text{O}_2$ (\rightarrow photosynthèse)

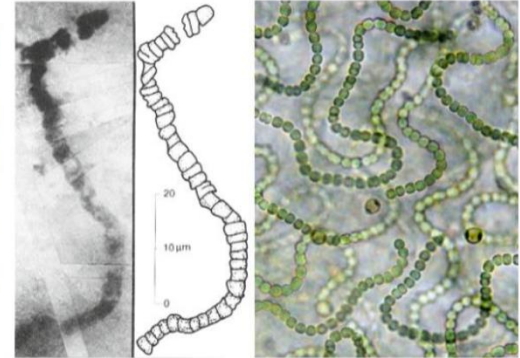
Actuellement, **les stromatolithes se forment en milieu marin** peu profond et plutôt chaud. On retrouve également des stromatolithes fossiles, datés d'un maximum de 3,5 Ga, qui ont une structure identique aux stromatolithes actuels. Ces stromatolithes fossiles indiquent **que les cyanobactéries sont apparues il y a 3,5 Ga, ce qui en fait les plus anciens êtres vivants connus**.



a Stromatolithes fossiles de Pilbara (Australie).



b Stromatolithes actuels de Shark Bay (Australie).



c Cyanobactéries fossiles de Pilbara (à gauche) et actuelles du genre Nostoc (à droite) vues au microscope optique.

A faire : Equilibrez l'équation chimique de la photosynthèse

Document 2 – Photographie représentant des formations de fer rubanés (BIF) visibles actuellement en Australie

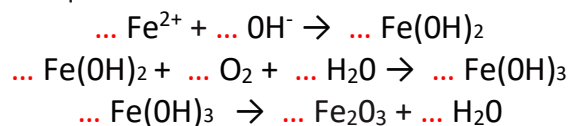


Les formations de fer rubanées (FFR ou BIF en anglais) sont constituées de successions de couches claires de silice et de couches rougeâtres d'hématite. Bien que visibles aujourd'hui sur le continent, elles se sont initialement formées dans les océans. L'ensemble des BIF retrouvé dans le monde s'est formé entre -3.5 et -2.4 Ga. Aucun BIF plus récent n'a été observé.

Document 3 – Formation actuelle des oxydes de fer en milieu océanique

Lorsqu'il n'y a pas d'O₂ dans l'atmosphère, l'altération des roches continentales ("l'usure" des roches par l'eau de pluie notamment) produit des ions Fe²⁺ qui sont solubles dans l'eau. Ces derniers sont donc transportés par les rivières puis les fleuves jusqu'aux océans.

Au contact du dioxygène dissous dans l'eau, ces ions Fe²⁺ réagissent et forment l'oxyde de fer III (Fe₂O₃) de couleur rouge par une suite de 3 réactions chimiques



A faire : Equilibrez les équations chimiques

Document 4 - Les paléosols rouges, ou Red Beds en Afrique du Sud

Les paléosols rouges sont des formations géologiques **continentales**, formées **de couches rouges** qui contiennent de fortes teneurs en oxyde de fer III (hématite). Ces Red Beds reposent sur des couches grises riches en Fe^{2+} .



Au dessus de la couche grise, on observe des roches rouges qui sont datées de -2,4 à -2 Ga

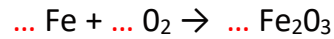
Grande épaisseur de roches grises, datées entre -3,4 et -2,4 Ga

Roches sédimentaires issues des dépôts fluviaux (continentaux) des bords de la Blyde River (Afrique du Sud).

Document 5 – Formation actuelle des oxydes de fer en milieu continental

En milieu aérien si l'atmosphère contient de l' O_2 , alors l'altération des roches continentales ne formera pas d'ions Fe^{2+} mais des ions Fe^{3+} insolubles dans l'eau.

Ces derniers précipiteront donc au niveau du continent sous forme d'hématite selon l'équation suivante :



A faire : Equilibrez l'équation chimique