

**Mise en situation et recherche à mener**

On sait aujourd'hui que l'atmosphère initiale de notre planète était bien différente de l'atmosphère actuelle.

On cherche à connaître la composition de l'atmosphère primitive de la Terre et son évolution.

Objectifs méthodologiques :

Recenser, extraire et organiser des informations - Adopter une démarche explicative.

**Ressources :**

**Document 1 :** informations apportées par les gaz rares atmosphériques : document 2 livre p 80

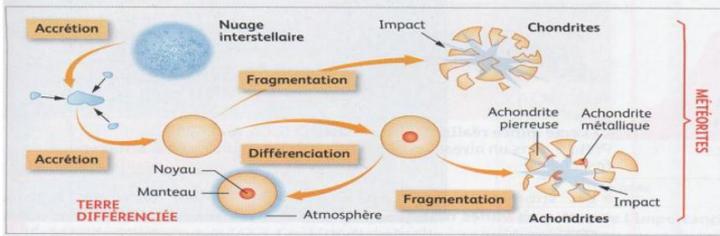
**Document 2 :** Météorites et atmosphère primitive

Les plus vieilles roches du système solaire sont des météorites (4,5 Ga). Parmi celles-ci, les chondrites sont apparues en même temps que le reste du système solaire et n'ont subi aucune évolution notable. Par contre, les achondrites proviennent de la fragmentation d'objets ayant préalablement subi une **différenciation** (à l'origine d'un manteau et d'un noyau) et un **dégazage** (à l'origine d'une atmosphère).

N'ayant subi ni différenciation ni dégazage significatifs, les chondrites ont une composition chimique semblable à la composition globale de la Terre. Elles fournissent une « image » de la Terre primitive peu de temps après son **accrétion**. En laboratoire, on peut extraire et analyser les éléments volatils de ces météorites afin d'estimer la composition chimique probable de l'atmosphère primitive de la Terre.



**a** Chondrite du Mexique.



Gaz chondritiques (en %)	
H <sub>2</sub> O	80 ± 10
CO <sub>2</sub>	20 ± 10
N <sub>2</sub>	1 ± 5
O <sub>2</sub>	0

**b** Composition des gaz chondritiques.

**c** Formation des météorites et de la Terre.

**Document 3 :** Volcanisme et atmosphère primitive

L'atmosphère terrestre s'est formée suite au dégazage du manteau il y a 4,5 Ga et se poursuit encore de façon moindre actuellement.

Les roches volcaniques d'origine profonde issues de la fusion partielle du manteau (basaltes des points chauds par exemple) renferment des inclusions fluides, sortes de bulles emprisonnées dans des minéraux. Ces gaz d'origine mantellique profonde n'ont pas pu être contaminés par des fluides actuels (eau infiltrée, fluides libérés dans les zones de subduction...).

Gaz volcaniques (en %)	
H <sub>2</sub> O	83 ± 3
CO <sub>2</sub>	12 ± 4
N <sub>2</sub>	5 ± 3
O <sub>2</sub>	0

**a** Composition des inclusions fluides dans les roches volcaniques.

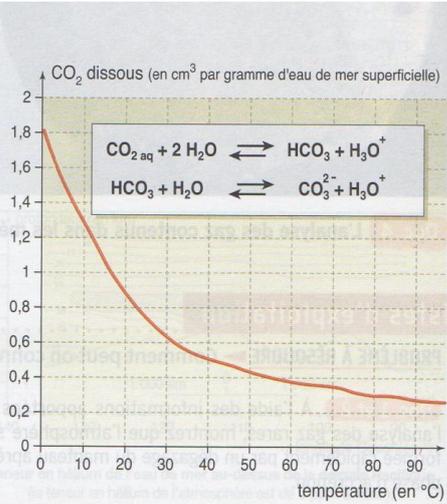


**b** Volcan Kilauea (Hawaï, juillet 2010).

**Document 4 : Un piégeage massif du CO<sub>2</sub> par les océans primitifs**

Le CO<sub>2</sub> est soluble dans l'eau liquide ; cette solubilité dépend notamment de la température de l'eau (*graphique ci-contre*). Dissous dans l'eau, le CO<sub>2</sub> aq (aq : aqueux) est en fait en équilibre avec des ions hydrogénocarbonates HCO<sub>3</sub> d'une part, des ions carbonates CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> d'autre part. Finalement, dans les conditions habituelles de l'eau de mer, CO<sub>2</sub> aq ne représente que 1 à 2 % du total, HCO<sub>3</sub> représentant 75 à 95 % (suivant le pH). Enfin, en présence d'ions Ca<sup>2+</sup> se forme du carbonate de calcium CO<sub>3</sub>Ca peu soluble qui précipite et constitue donc une forme de stockage du CO<sub>2</sub>

Les géologues pensent que ces propriétés du CO<sub>2</sub> vis-à-vis de l'eau ont été déterminantes pour l'évolution de l'atmosphère. Le dégazage initial du manteau a produit une atmosphère très riche en dioxyde de carbone, mais une partie importante de ce gaz a été piégée dès la mise en place de masses d'eau liquide. Il faut remarquer enfin que si le CO<sub>2</sub> atmosphérique a eu un effet de serre important au début de l'histoire de la Terre, son piégeage a contribué à atténuer cet effet et donc à permettre un abaissement de la température.



**Document 5 : stockage du CO<sub>2</sub> dans les roches carbonatées : document 3 p 83**

**Document 6 : Des formations marines et continentales riches en oxydes de fer**

**Formation de fer rubanée (-3 Ga)**

Niveau quartzueux  
Niveau riche en hématite

-4,5 -3,5 BIF -2 0 Temps (Ga)

Cette roche sédimentaire, aussi appelée BIF (pour Banded Iron Formation), s'est formée en milieu océanique, à partir des produits de l'altération des roches continentales.

**Sol rouge actuel (Australie)**

-4,5 -2 Paléosols rouges 0 Temps (Ga)

Des sols rouges riches en hématite peuvent se former en domaine continental, sur le lieu même d'altération des roches mères.

**Des formations marines et continentales riches en oxydes de fer.** L'altération par l'eau des minéraux des roches continentales provoque la libération d'ions Fe<sup>2+</sup>. En conditions réductrices, ces ions peuvent être transportés sous forme dissoute par le réseau hydrographique, jusqu'au domaine océanique. Dès qu'ils rencontrent des conditions oxydantes, ils sont oxydés en ions Fe<sup>3+</sup>. En présence de dioxygène, des oxydes de fer de couleur rouge comme l'hématite (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) peuvent alors précipiter.

**Document 7 : Les différents états du fer**

**a. dans l'eau .**

- le fer n'est soluble que dans les eaux pauvres en O<sub>2</sub> ;
- à l'état oxydé, il précipite sous forme d'hydroxyde ferrique.

hydroxyde ferreux + O<sub>2</sub> → hydroxyde ferrique

**b. dans l'air**

fer ferreux + O<sub>2</sub> → oxyde ferrique = rouille

**Document 8 : traces très anciennes d'une activité photosynthétique : les stromatolithes : document 1 p 86**

**Travail à réaliser**

A partir de l'exploitation de l'ensemble des documents, expliquez comment on peut reconstituer la composition de l'atmosphère primitive et comment expliquer son évolution.

Votre discours sera rédigé sous forme d'un texte argumenté et organisé

Productions attendues	Critères de réussite
Paragraphe argumenté sur la connaissance de la composition de l'atmosphère primitive de la Terre.	Montrez que l'atmosphère s'est formée rapidement par un dégazage du manteau. Indiquez pourquoi les météorites et les gaz contenus dans les roches volcaniques permettent de reconstituer la composition de l'atmosphère primitive de la Terre.
Paragraphe argumentée sur l'évolution de la composition de l'atmosphère.	Evolution du taux de CO <sub>2</sub> atmosphérique au cours des temps géologiques. Indices témoignant du passage d'une atmosphère réductrice à une atmosphère oxydante. Relation entre l'évolution du vivant et l'évolution de l'atmosphère.