

# DE L'ATMOSPHERE INITIALE A L'ATMOSPHERE ACTUELLE

THÈME 2 : ATMOSPHERE, HYDROSPHERE, CLIMATS : DU PASSE A L'AVENIR

Atmosphère et hydrosphère, les **enveloppes fluides** de la Terre, sont animées de **mouvements** liés à l'énergie solaire qu'elles reçoivent, et sont **en interaction permanente** avec la biosphère et la géosphère.

## ATMOSPHERE PRIMITIVE DE LA TERRE

### ❖ La formation de l'atmosphère primitive

- ▶ La Terre s'est formée par accrétion il y a **4,55 Ga**. suivi sa formation, par **dégazage du manteau** lors d'**éruptions volcaniques** intenses.
- ▶ Son atmosphère s'est formée durant les **100 premiers millions d'années** qui ont

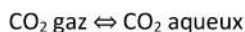
### ❖ Composition de l'atmosphère primitive

- ▶ L'atmosphère primitive était **réductrice**, c'est-à-dire **sans dioxygène**.
- ▶ Elle était riche en **vapeur d'eau** (85%) et en **CO<sub>2</sub>** (12%), et contenait 1 à 3% de N<sub>2</sub>, du SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, HCl...
- ▶ Sa composition est évaluée par l'étude des dégazages actuels (**éruptions volcaniques**), et des gaz contenus dans certaines **météorites** indifférenciées (= **chondrites\***), dont la composition est proche de celle de la Terre primitive.

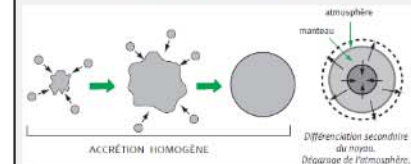
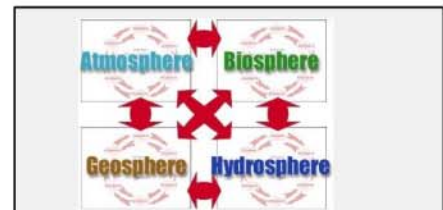
## EVOLUTION DE L'ATMOSPHERE PRIMITIVE

### ❖ Une diminution rapide de la teneur en H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>

- ▶ Très vite après sa formation, la Terre s'est refroidie. Une grande partie de la **vapeur d'eau s'est condensée** pour donner les **océans**.
- ▶ Le **CO<sub>2</sub>** a alors commencé à se dissoudre dans les océans. En effet, la **solubilité** du **CO<sub>2</sub>** dans l'eau liquide quand elle est **froide**.
- ▶ Enfin, en présence d'ions calcium Ca<sup>2+</sup>, il se forme du carbonate de calcium **CaCO<sub>3</sub>** peu soluble qui **précipite** au fond des océans pour former des **roches carbonatées (calcaires)**. La formation des **roches carbonatées** a donc **piégé** la grande majorité du CO<sub>2</sub> primitif au fond des océans.



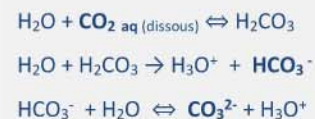
- ▶ Dans l'océan, le **CO<sub>2</sub>** dissous réagit avec l'eau pour former des ions hydrogénocarbonates **HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** et des ions carbonates **CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>**.
- ▶ La **fossilisation de la matière organique** (tourbe, charbon, pétrole, gaz naturel) est un autre processus qui a piégé le CO<sub>2</sub> absorbé par les êtres vivants, et qui explique sa baisse dans l'atmosphère.



### Chondrite :

Météorite indifférenciée dont la composition reflète celle de la Terre primitive. On récupère ses gaz pour les étudier en la chauffant.

### Dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau :



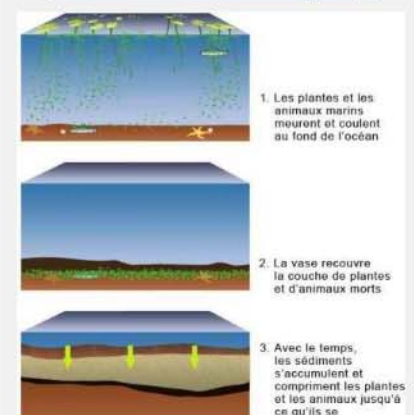
### Formation du carbonate de calcium :



### Roches carbonatées :

Roches sédimentaires formées principalement de carbonates de calcium et de carbonates de magnésium : les **calcaires** (comme la craie) en sont les principaux représentants.

### Fossilisation de la matière organique :



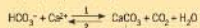
## ❖ Le passage de l'atmosphère réductrice à l'atmosphère oxydante

► Des **stromatolites** fossiles datés de **3,5 Ga** ont été retrouvés : il s'agit de constructions calcaires édifiées par des **cyanobactéries** dont l'activité **photosynthétique** consomme du  $\text{CO}_2$  aq, ce qui provoque la précipitation des **carbonates**.

► En appliquant le principe d'actualisme\*, des **cyanobactéries** ont donc réalisé, il y a 3,5 Ga, la **photosynthèse**, libérant ainsi du **dioxygène** dans l'eau.

### Les cyanobactéries :

- absorbent le  $\text{CO}_2$  dissous dans l'eau (l'équilibre chimique ci-après est donc déplacé dans le sens 1 ce qui provoque la précipitation du calcaire autour d'elles)



- dégageant du **dioxygène** (c'est cette activité qui est à l'origine de l'apparition de dioxygène dans les océans dès - 3,5 Ga).

► Ce dioxygène est d'abord resté dans l'eau, piégé dans des roches sédimentaires riches en fer : les **fers rubanés** (BIF). En effet, l' $\text{O}_2$  entraîne l'oxydation du fer soluble ( $\text{Fe}^{2+}$ ) en ion ferrique insoluble ( $\text{Fe}^{3+}$ ), qui précipite sous forme d'hématite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) au fond des océans, entre **-3,5 et -2,2 Ga**.

► A partir de **2,2 Ga**, on trouve des **paléosols** et des **roches** (grès rouges) riches en fer oxydé, qui témoignent d'une atmosphère **oxydante**.

## FORMATION DE L'ATMOSPHERE ACTUELLE

► Vers **-500 Ma**, l'atmosphère avait sa composition actuelle : **78% de  $\text{N}_2$** , **21% d' $\text{O}_2$** , moins de **1% d' $\text{H}_2\text{O}$**  et **0,03% de  $\text{CO}_2$** .

► Quand la quantité d' $\text{O}_2$  a été suffisamment élevée, de l'**ozone** ( $\text{O}_3$ ) s'est

formée. L'ozone sert de **filtre** contre les rayons **ultraviolets** et permet à la vie de s'installer hors de l'eau.

### Principe d'actualisme

Principe selon lequel les phénomènes géologiques passés se sont déroulées de la même manière qu'actuellement. De même, des organismes similaires à des organismes actuels devaient vivre dans le même environnement.

### Fer rubanés



### Stromatolites :



Stromatolites actuelles (Shark Bay au nord-ouest de l'Australie)



Cyanobactéries actuelles

