

# LES VARIATIONS CLIMATIQUES : DU PASSE A L'AVENIR

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

## LES CLIMATS AUX GRANDES ECHELLES DE TEMPS

► Les **roches sédimentaires** et les **fossiles** qu'elles contiennent sont les seuls indicateurs des climats passés très anciens (au-delà de 800 000 ans).

### ❖ Les indices marquant les climats anciens

► **Les indices paléontologiques** : Certains **fossiles** (ex: fougère arborescente (climat tropical), et les évaporites (climat tropicale) sont de bons indicateurs, par référence aux espèces actuelles (principe d'actualisme). L'**Indice stomatique** de feuilles fossilisées : plus la quantité de **stomates** est faible et plus la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique est forte.

► **Les indices géologiques** : Certaines **roches sédimentaires indicatrices de climats**, comme les tillites (moraines

glaciaires), les kaolinites, bauxites, charbon (climat tropical), et les évaporites (climat chaud et sec).

► **Les indices géochimiques** : Variations du rapport isotopique <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O dans les roches sédimentaires **carbonatées** (formées par précipitation des **carbonates** et/ou de coquilles de **Foraminifères**) :

- Si δ<sup>18</sup>O augmente : refroidissement ;
- Si δ<sup>18</sup>O diminue : réchauffement.

### ❖ Les grands changements climatiques

► Alternance de **refroidissements** (glaciations) et de **réchauffements** (ex: Crétacé, -135 à -65 Ma), en relation avec des variations du CO<sub>2</sub> atmosphérique et de l'effet de serre.

► **Causes des diminutions du CO<sub>2</sub> atmosphérique et des refroidissements** :

- Une forte activité **photosynthétique** ;
- Un enfouissement rapide de végétaux morts sous des sédiments dans certaines régions peut ralentir leur décomposition (fermentation anaérobie), à l'origine des

**roches carbonées** (charbon, pétrole, gaz naturel, tourbe), qui piègent ainsi une partie du **carbone organique** (qui provient du CO<sub>2</sub> utilisé lors de la photosynthèse).

- **Altération** des minéraux **silicatés** par l'eau (érosion, très forte dans les chaînes de montagnes jeunes) consomme du CO<sub>2</sub>.

► **Cause des augmentations du CO<sub>2</sub> atmosphérique et des réchauffements** :

Forte activité **volcanique** → forts rejets de gaz à effet de serre.

### Principe d'Actualisme :

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

### Indice stomatique :

Rapport entre le nombre de stomates/ nombre total de cellules épidermiques d'une feuille.



### Moraines :

Amas de débris rocheux (appelé aussi till), arrachés et transportés par un glacier.

### δ<sup>18</sup>O :

$$\delta^{18}O = \left( \frac{\left( \frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{\text{échantillon}}}{\left( \frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{\text{standard}}} - 1 \right) \times 1000$$

En période **froide**, l'évaporation des océans est faible ; c'est donc principalement H<sub>2</sub><sup>16</sup>O qui s'évapore (car léger). Par conséquent, la proportion de H<sub>2</sub><sup>18</sup>O par rapport au H<sub>2</sub><sup>16</sup>O augmente dans l'océan (**δ<sup>18</sup>O augmente**), et donc dans les **carbonates** des calcaires et des coquilles de foraminifères qui se forment à partir de cette eau.

# LES EVOLUTIONS CLIMATIQUES DES 800 000 DERNIERES ANNEES

## ❖ Les indices des modifications récentes du climat

### ► Les glaces polaires :

-  **$\delta^{18}\text{O}$  des glaces** = rapport isotopique  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  de la glace en référence à celui de l'eau de mer actuelle. Il **diminue** quand température **diminue**.

- **Bulles d'air** piégées dans la glace : renseigne sur la composition de l'atmosphère au moment de la chute de neige (notamment  $\text{CO}_2$ ).

► **Les glaciers** : les **moraines** indiquent l'emplacement de glaciers anciens lors de périodes froides.

### ► Des indices paléontologiques :

- Identification des espèces végétales fossiles par l'étude des **pollens** (palynologie) et spores conservés dans les sédiments lacustres ou les tourbières.

- Analyse du  $\delta^{18}\text{O}$  des tests (coquilles) de foraminifères dans sédiments océaniques =  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer de l'époque. Il **diminue** au cours des périodes **chaudes**.

## ❖ Les facteurs ayant influencé les variations récentes du climat

► **Effet de serre** : Les gaz à effet de serre (vapeur d'eau,  $\text{CO}_2$ , méthane) absorbent et renvoient vers le sol une partie des rayonnements **infrarouges** émis par la surface terrestre → **réchauffement** de l'atmosphère. On constate des variations naturelles du  $\text{CO}_2$  au cours de l'histoire (**volcanisme**), et des variations liées à **l'Homme** (utilisation des énergies fossiles, déforestation...).

► **Paramètres orbitaux** : ils varient régulièrement et déterminent la quantité d'énergie solaire reçue par la Terre :

- **Excentricité**: forme plus ou moins elliptique de l'orbite terrestre;

- **Précession**: rotation de l'axe de la Terre;

- **Obliquité**: angle d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan de l'orbite.

### ► Facteurs amplifiants :

- **Albédo**: rapport entre l'énergie réfléchiée et l'énergie reçue ; il augmente avec la surface du globe recouvert de glace et neige;

- **Température océans** : dissolution plus faible du  $\text{CO}_2$  dans eaux chaudes.

## ET DEMAIN....

### ❖ Impact de l'Homme sur le climat

► **Déséquilibre** entre les rejets de gaz à effet de serre comme le  $\text{CO}_2$  (combustibles, déforestation) et son piégeage naturel (végétation, océans).

► **+0,9°C** au cours du **XXème siècle**.

► Les images satellitales apportent aujourd'hui des preuves de ce réchauffement : fonte de la banquise (arctique), des calottes glaciaires (antarctique, Groënland) et des glaciers continentaux.

### ❖ Des prévisions incertaines

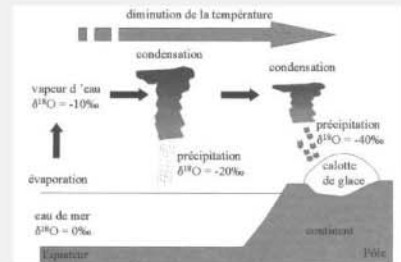
► Plusieurs scénarios possibles selon l'évolution de la démographie et le comportement des humains :

- Augmentation de la température entre **2** et **5°C** d'ici 2100.

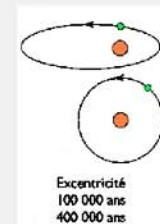
- Elévation du niveau des mers (**jusqu'à + 80 cm**) par la fonte des glaces.

► Des incertitudes dans les modèles numériques : rôle des nuages, des courants marins, de l'activité solaire...

### $\delta^{18}\text{O}$ des glaces :



### Excentricité :



### Précession :



### Obliquité :



### Banquise :

Portion de mer gelée sur quelques mètres d'épaisseur.

### Calotte glaciaire (ou inlandsis) :

Immense glacier recouvrant le sol rocheux d'un continent.

### Glacier :

Masse de glace plus ou moins étendue qui se forme par le tassement de couches de neige accumulées sur un continent.

