

CHAP I : Les climats passés de la Terre

Les variations climatiques sont étudiées à deux échelles de temps :

- le dernier million d'années où la continuité des enregistrements géologiques permet d'observer des variations climatiques avec une haute résolution temporelle de l'ordre de 1000 ans.
- le milliard d'années où les enregistrements géologiques permettent d'identifier les changements climatiques avec une résolution de quelques millions d'années

I/ Les changements du climat des 700 000 dernières années

A/ La reconstitution des climats du passés

1°/ La palynologie

L'étude des pollens déposés dans une tourbière permet de reconstituer le climat du passé : certaines espèces végétales sont caractéristiques de régions froides ou chaudes : la présence de leur pollen permet d'imaginer une tendance climatique. La variation de la répartition des pollens dans le temps permet de repérer aisément des modifications brutales du climat. On retrouve un changement brutal il y a environ 10 000 ans en Europe et en Amérique du Nord : passage d'un climat froid à un climat plus tempéré. Cette méthode ne permet de reconstituer le climat que sur une période brève et de façon très locale.

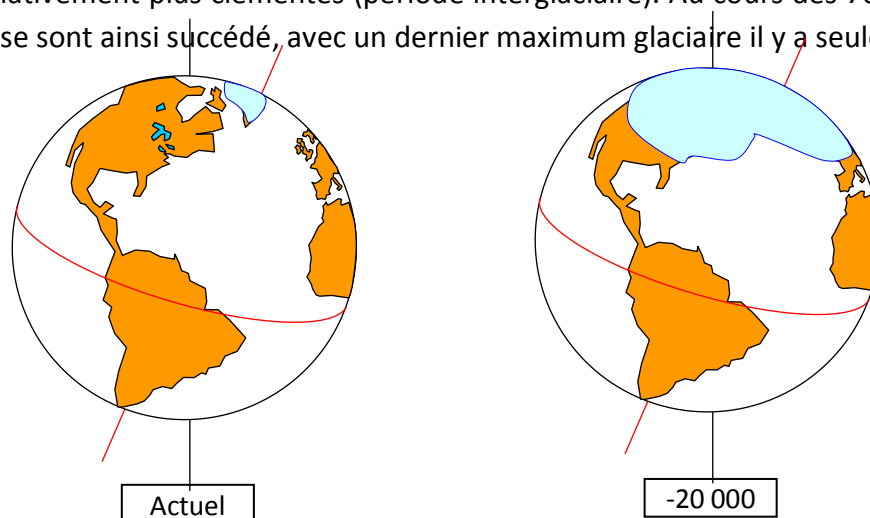
2°/ Etude de la composition isotopique des glaces polaires

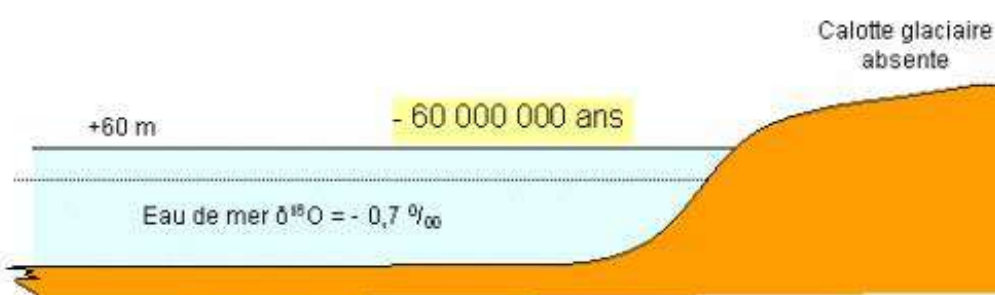
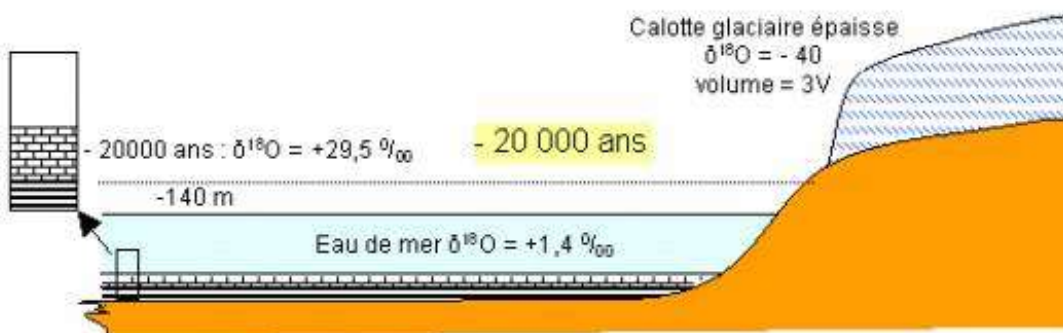
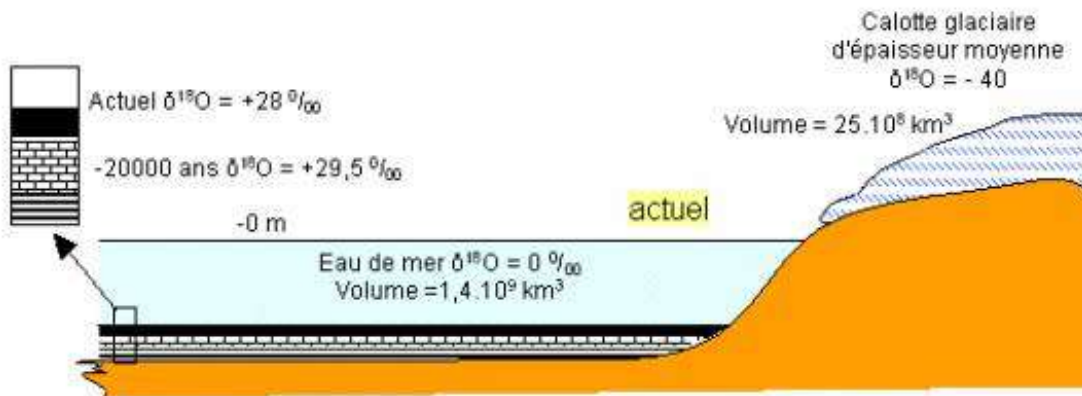
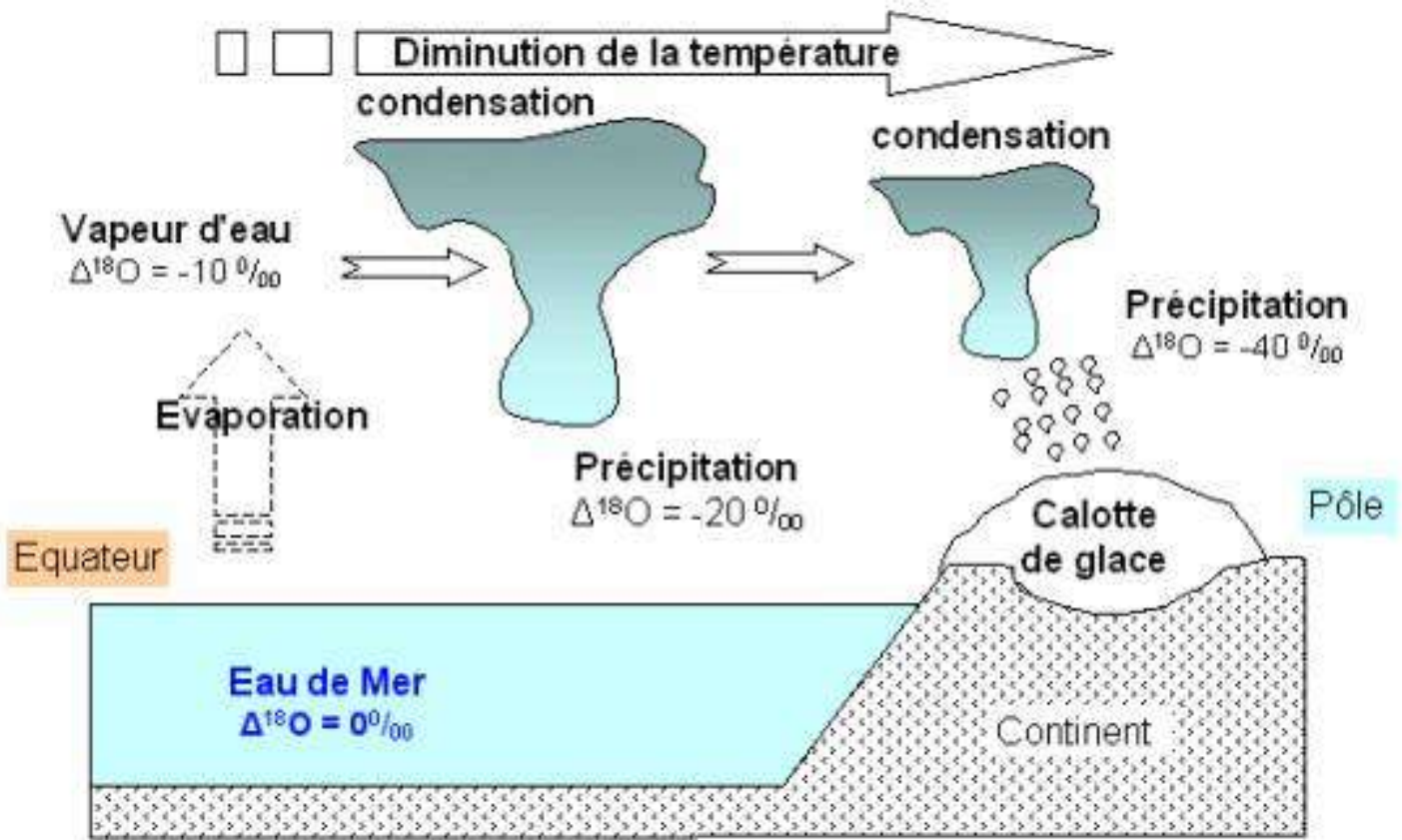
Les carottes de glace forées dans les calottes polaires permettent de reconstituer les variations climatiques des 400 000 dernières années : on détermine de la composition isotopique de l'oxygène ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) de la glace et on en déduit les variations locales de la température au dessus des calottes polaires.

On peut utiliser la même méthode sur des carottes sédimentaires des fonds océaniques ou lacustre : la composition isotopique de l'oxygène ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) des tests carbonatés est proportionnelle à la variation globale du volume des calottes glaciaires et des glaciers, représentatives des changements climatiques à l'échelle de la planète. On peut ainsi remonter jusqu'à 700 000 ans.

3°/ Bilan : modification climatique des 700 000 dernières années

On retrouve par toutes les méthodes les mêmes informations : des changements climatiques importants au cours des temps géologiques, avec des périodes plus froide que la période actuelle (période glaciaire) et des périodes relativement plus clémentes (période interglaciaire). Au cours des 700 000 dernières années, 7 grands cycles se sont ainsi succédé, avec un dernier maximum glaciaire il y a seulement 20 000 ans.



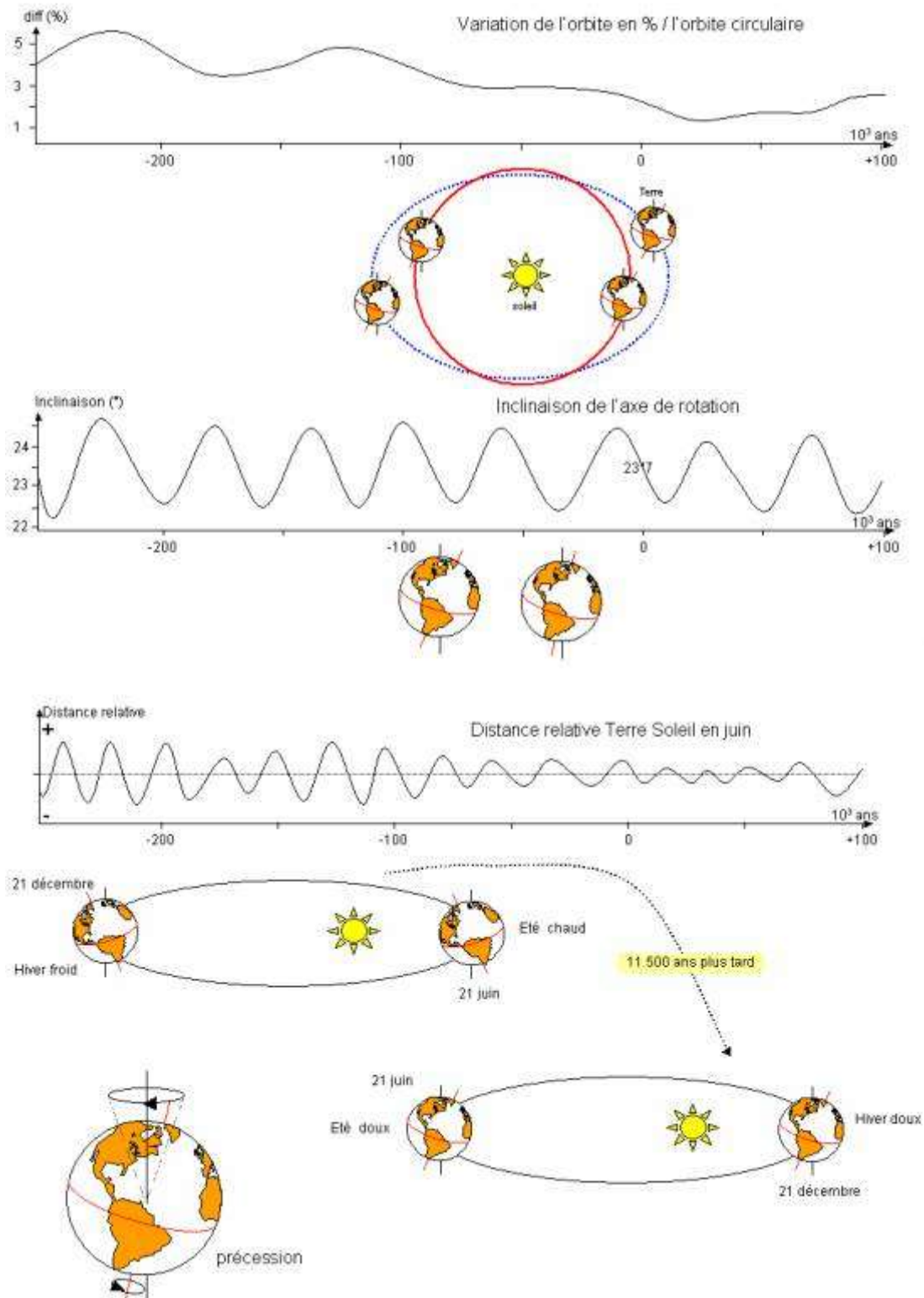


B/ Des variations cycliques du climat

Les variations climatiques montrent des alternances de périodes glaciaires et interglaciaires. Un cycle de 100 000 ans rythme les glaciations. Des cycles de réchauffement-refroidissement sont observés entre deux maximums glaciaires avec des périodes de 43 000, 24 000 et 19 000 ans.

Ces périodicités s'expliquent par les variations régulières des paramètres orbitaux de la Terre. Ces paramètres (excentricité, obliquité et précession des équinoxes) déterminent la répartition et les variations au cours du temps de l'énergie solaire reçue aux différentes latitudes.

Cependant, les seules variations de l'ensoleillement n'expliquent pas l'amplitude observée des variations de températures. D'autres phénomènes interdépendants modulent l'effet astronomique.



C/ les variations de l'albédo de la planète

L'albédo (fraction de l'énergie solaire réfléchi vers l'espace) est l'un des facteurs qui contrôle la température de surface de la Terre. Il est fonction entre autres du couvert végétal et de l'extension des calottes polaires. En effet l'albédo dépend de la couleur de la surface (plus ou moins blanche ou foncée). La présence de calotte glaciaire dépend elle-même de la température : l'albédo agit donc comme un amplificateur par rétrocontrôle positif : plus il fait froid, plus il y a de glace, plus l'albédo est important et plus cela accentue le froid.

D/ les variations de la teneur en CO2 atmosphérique

Ces variations de température sont corrélées à des variations de concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère principalement le CO2. Sa concentration dans l'atmosphère est en équilibre avec celle de l'océan. Lorsque la température augmente, la solubilité de CO2 dans l'océan diminue, l'équilibre précédent est déplacé : du CO2 passe de l'océan dans l'atmosphère ce qui induit une augmentation de l'effet de serre. Le CO2 agit donc comme l'albédo par effet amplificateur (rétrocontrôle positif).

II/ Les changements climatiques aux plus grandes échelles de temps

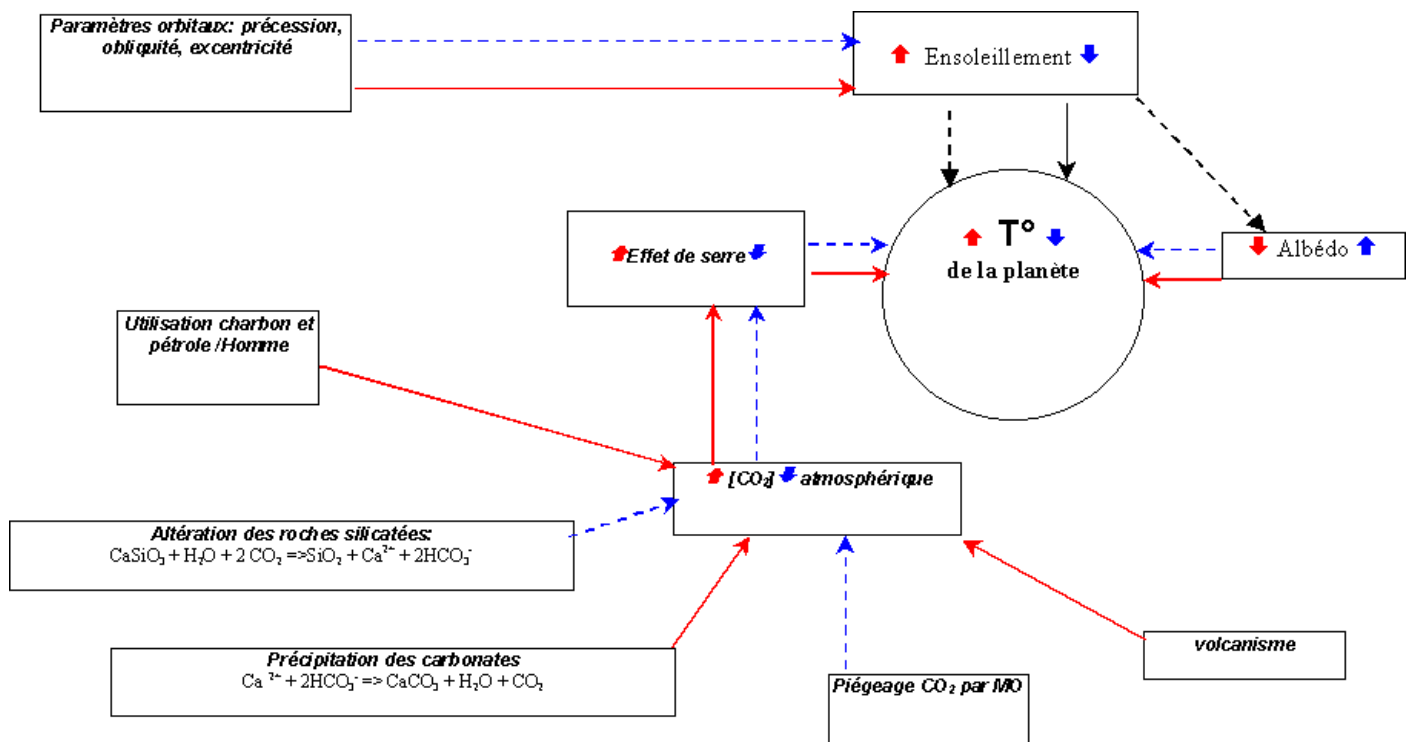
Les variations à courtes échelles de temps vues précédemment se superposent à des variations à beaucoup plus grande échelle de temps. On retrouve ainsi dans les roches :

- des traces de périodes glaciaires (ex tillites ou moraines)
- des traces de périodes chaudes (évaaporites, bauxites, fossiles de climats chaud)
- des traces de changements brusques du climat (passage de tillite à coraux par ex dans une série sédimentaire)

Les mécanismes des variations climatiques aux grandes échelles de temps impliquent des variations importantes dans la teneur en gaz à effet de serre de l'atmosphère. On retrouve par exemple un taux de CO2 important au Crétacé (climat chaud) et très faible au Carbonifère (climat froid).

Ces variations sont contrôlées par les processus suivants qui libèrent ou consomment du CO2 :

- l'altération des silicates calciques et magnésiens de reliefs orogéniques consomme du CO2 : l'orogénèse en favorisant l'érosion et l'altération est donc un facteur de refroidissement (Carbonifère)
- la précipitation des carbonates libère du CO2 et la dissolution des carbonates consomme du CO2 (ex : précipitation importante des carbonates au Crétacé)
- le piégeage de la matière organique dans les roches stocke du CO2 (ex stockage important au carbonifère)
- le dégazage du manteau par le volcanisme libère du CO2 dans l'océan et dans l'atmosphère (ex volcanisme intense au crétacé).



III/ Bilan : Envisager les climats du futur.

La construction de modèles climatiques nécessite la connaissance des paramètres qui contrôlent le climat. Les scénarios d'évolution de la température moyenne de la Terre qui, outre la variabilité naturelle du climat, prennent en compte l'impact de l'activité humaine, prévoient un réchauffement de l'ordre de 2 à 5 °C au cours du XXI^e siècle.

Ce réchauffement à l'échelle du siècle se superpose à un refroidissement constant de plus grande ampleur commencé il y a 20 millions d'années

