

Chapitre 7 : Les climats de la Terre.

Introduction :

Alors que le réchauffement climatique devient de plus en plus inquiétant, les scientifiques cherchent à comprendre la dynamique des climats passés afin de mieux comprendre ce qui nous attend dans le futur. Des indices concordants ont été relevés par les géologues, les paléontologues et les archéologues, et ont permis d'appréhender les climats de la Terre à différentes échelles.

Pb- Quels sont les indices permettant d'appréhender les climats du passé ?

-Quelles sont les variations climatiques qui ont été mises en évidence par le passé ?

-Quelles sont les causes de ces variations climatiques ?

-Quelles sont les conséquences et les pistes d'atténuation du réchauffement climatique anthropique ?

I/ Les variations climatiques du Quaternaire.

Le **Quaternaire** correspond à la période la plus récente de l'Histoire de la Terre, soit la période entre 2,5 Ma et aujourd'hui.

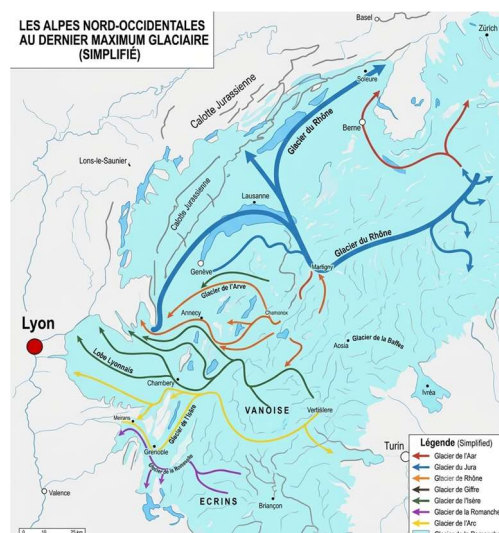
A) Les indices de bouleversements climatiques récents.

1) Des traces d'une ancienne glaciation.

-On peut étudier certaines traces laissées par les **glaciers** : **Moraines** (dépôts sédimentaires charriés par les glaciers), **roches striées**, **vallées en auge** (en forme de « U »), sont autant d'indices permettant de connaître l'extension passée des glaciers. Ces études permettent de savoir que ceux-ci étaient autrefois **beaucoup plus étendus** qu'aujourd'hui, ce qui démontre l'existence d'anciennes **périodes glaciaires**.

-L'étude de **peintures rupestres** de certaines grottes préhistoriques montre que les animaux croisés par nos ancêtres (avant -10 000 ans) étaient typiques d'environnements froids de type toundra ou taïga.

-L'étude de **paléorivages** montre que le niveau de la mer était autrefois beaucoup plus bas que maintenant, ce qui atteste d'une ancienne glaciation.



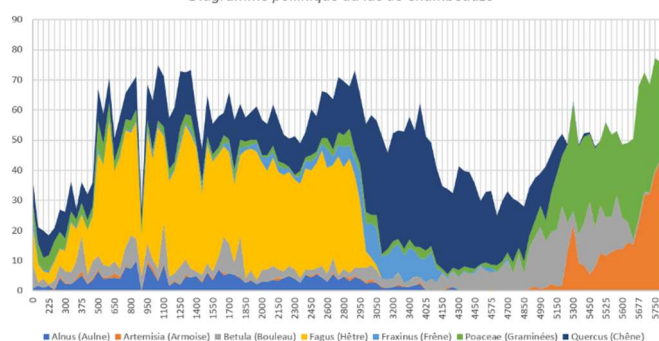
2) L'apport de la palynologie (étude des pollens).

Les **sédiments continentaux** des lacs ou des tourbières contiennent des pollens provenant de la flore locale. Ces grains de pollen peuvent se conserver dans les sédiments pendant des milliers d'années, voire des dizaines de milliers d'années.

Les **pollens fossiles** récoltés à une profondeur donnée sont datés et identifiés. Les proportions des différentes espèces végétales nous renseignent sur les conditions climatiques de l'époque (ex : l'abondance des herbes et la rareté des arbres indiquent un climat froid).

Les variations de ces proportions au cours du temps sont représentées par un **diagramme pollinique**. Cela permet de suivre l'évolution des conditions climatiques au lieu considéré.

Diagramme pollinique du lac de Chambadeze



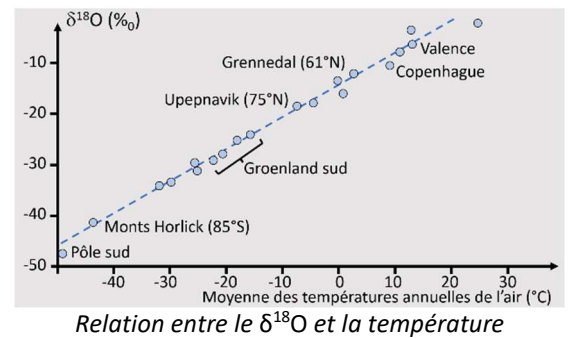
L'étude des pollens a ainsi permis d'identifier la présence d'un brusque **réchauffement** du climat datant d'environ **10 000 ans**, durant lequel on est passé d'une **période glaciaire** (froide) à la **période interglaciaire** (plus chaude) actuelle (l'Holocène).

3) L'étude des rapports isotopiques des glaces.

Les **glaces polaires** se forment par accumulation et tassement de couches successives de neige. Les couches de glace peuvent être datées (plus la glace est profonde, plus elle est ancienne).

La température au moment de la précipitation de la neige peut être déterminée grâce à la composition isotopique de l'oxygène de la glace.

En effet, la proportion des deux isotopes ^{18}O et ^{16}O varie en fonction de la température : On peut mesurer le **rapport isotopique de l'oxygène $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$** et calculer le **$\delta^{18}\text{O}$** (delta isotopique de l'oxygène) en comparant avec un rapport de référence. Le **$\delta^{18}\text{O}$** de la glace diminue lorsque la température au moment de la précipitation de la neige diminue.

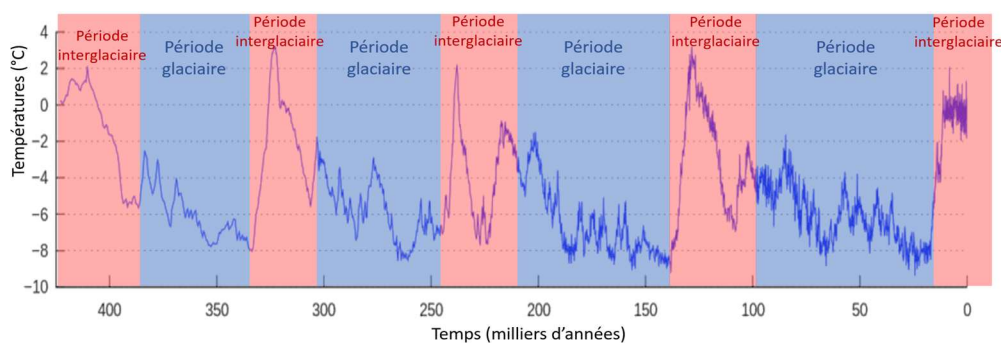


Ce rapport est donc un indicateur de **température** (thermomètre isotopique) qui permet de connaître les **variations** locales de la température au-dessus des **calottes polaires** depuis 800 000 ans.

L'étude du $\delta^{18}\text{O}$ des carottes de glace confirme la présence d'une transition entre **période glaciaire** et **période interglaciaire** datant d'environ **10 000 ans**.

De plus, sur une échelle plus large, elle montre une alternance de **cycles climatiques** de **100 000 ans** environ, avec phase de réchauffement et phase de refroidissement. Chaque cycle contient une période glaciaire et une période interglaciaire plus courte.

La similitude des résultats obtenus aux 2 pôles indique que les changements climatiques concernent **l'ensemble de la planète**.

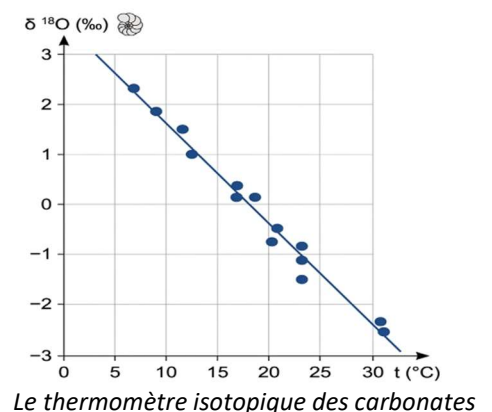


4) l'étude des foraminifères dans les sédiments océaniques.

Les **sédiments océaniques** contiennent de très nombreux tests d'organismes microscopiques, en particulier de **foraminifères**. Ces tests sont formés de carbonate CaCO_3 et nous renseignent de 2 façons :

Observation : Les proportions entre tests et particules minérales dépendent de la température (davantage de tests quand la température est plus chaude). Certaines espèces planctoniques sont typiques de températures froides ou de températures chaudes.

Composition isotopique : Le $\delta^{18}\text{O}$ des carbonates dépend du **volume** des calottes glaciaires et des glaciers, et donc de la température. En effet, lors d'une glaciation, le volume des glaces augmente. L'eau de mer s'enrichit en ^{18}O plus lourd et le $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau de mer augmente. Or le $\delta^{18}\text{O}$ des carbonates varie dans le même sens que celui de l'eau de mer. **Une glaciation (température basse) se traduit donc par une augmentation du $\delta^{18}\text{O}$ des carbonates.**



L'enseignement apporté par l'étude des rapports isotopiques dans les sédiments confirme les résultats obtenus sur les glaces, avec une résolution moindre. L'étude du rapport isotopique des sédiments permet cependant d'appréhender des climats encore beaucoup plus anciens que les glaces polaires.

B) Les causes des variations climatiques du Quaternaire.

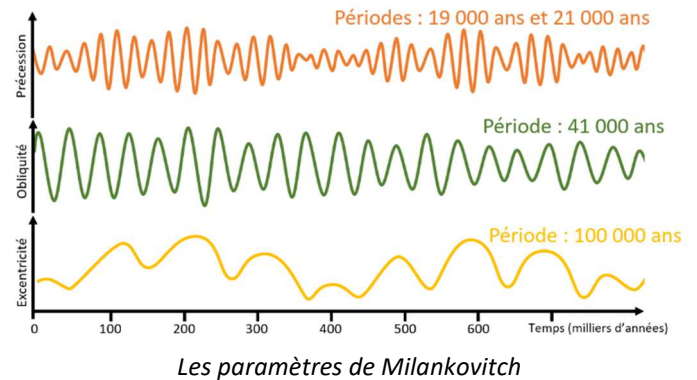
1) Insolation et paramètres orbitaux au cours du temps : effet astronomique.

Les variations climatiques récentes sont liées aux **paramètres orbitaux** de la Terre (= paramètres de Milankovitch) :

- l'**excentricité de l'orbite**,
- l'**obliquité** (= inclinaison de l'axe de rotation),
- la **précession des équinoxes** liée à l'orientation de l'axe de rotation.

Ces paramètres déterminent la répartition et les variations au cours du temps de l'énergie solaire reçue aux différentes latitudes. Leurs variations régulières entraînent les variations climatiques.

Cependant, les variations de l'ensoleillement n'expliquent pas entièrement l'amplitude des variations de températures observées.



2) Mécanismes amplificateurs de l'effet astronomique.

a- Les variations de l'albédo de la planète.

L'**albédo** d'un corps est le rapport entre l'énergie qu'il réfléchit et l'énergie qu'il reçoit. L'albédo de la neige est très élevé, celui de l'eau est beaucoup plus faible. Lors des périodes de faible insolation la température est plus faible et les **calottes glaciaires** sont plus étendues. L'albédo global de la Terre est plus élevé, ce qui contribue au **refroidissement** de la planète. L'effet astronomique est donc amplifié.

b- Les variations de la teneur en CO₂ atmosphérique.

L'analyse des microbulles de gaz contenues dans les glaces polaires indique que le taux de **CO₂** dans l'**atmosphère** a **varié parallèlement** à la température.

Le CO₂ participe en effet à l'effet de serre de la Terre. Sa concentration dans l'atmosphère est en équilibre avec celle de l'océan. Lors de périodes de forte insolation, la **température augmente**. Or le **CO₂** est moins soluble dans l'eau chaude, donc l'équilibre est déplacé : du CO₂ passe de l'océan vers l'**atmosphère**. Cela entraîne une **augmentation de l'effet de serre** qui amplifie l'effet astronomique.