

Chapitre 6 : Les changements climatiques aux plus grandes échelles de temps

Introduction :

Au cours des 800000 dernières années, les variations climatiques montrent des alternances de périodes glaciaires et interglaciaires qui dépendent des variations des paramètres orbitaux de la Terre, modulés par l'albédo et l'effet de Serre.

Objectif du chapitre : On cherche à savoir comment on peut reconstituer les changements climatiques des périodes très anciennes et quels sont les mécanismes qui contrôlent les variations climatiques.

I. La reconstitution des climats passés

La reconstitution des climats passés requiert l'utilisation d'indicateurs paléoclimatiques. L'analyse de la nature des roches accumulées sur des millions d'années et de leurs contenus en fossiles nous renseignent sur les variations climatiques, si on applique le principe de l'actualisme. Les roches sédimentaires anciennes identiques à celle observées aujourd'hui ont dû se former de la même façon.

A. Des fossiles indicateurs climatiques

La paléoflore et la paléofaune peuvent aussi apporter des informations. On applique la aussi le principe de l'actualisme.

L'indice stomatique des feuilles fossiles nous donnent aussi des renseignements sur le taux de CO₂ à une époque donnée. En effet, plus il y a de CO₂ et moins il y a de stomates.

La mesure du δ¹⁸O des tests de foraminifères donnent aussi des renseignements sur la température et donc sur le climat.

B. Les données sédimentologiques

- ✓ Les évaporites : sous le nom d'évaporites, on désigne des dépôts qui résultent de l'évaporation d'eaux chargées en sels dissous. On constate aujourd'hui que les évaporites ne se déposent qu'entre les 45° et 60° de latitude. De plus, elles sont le signe de conditions climatiques arides, permettant l'évaporation de grandes quantités d'eau.
- ✓ L'empreinte des glaciers : l'empreinte que les glaciers laissent sur le relief se manifeste par des traces marquées à différentes échelles : stries glaciaires, moraines, forme des vallées.
Les roches striées : les matériaux transportés dans les masses glaciaires sculptent et érodent la roche mère en créant des stries qui indiquent l'écoulement des glaces. Ces stries glaciaires, visibles sur les roches, sont les traces les plus apparentes et les plus durables de l'ancienne présence de glaciers. Lorsque les glaciers ont occupés suffisamment longtemps une vallée, leur mode d'érosion donne à ces vallées, en coupe transversale, un profil en U.
Les moraines sont formées d'accumulation de roches de toutes tailles entraînés par la glace. Lorsqu'un dépôt morainique se compacte, on parle de tillite, la présence de tillite traduit donc d'anciennes glaciations
- ✓ Les roches d'altérations, comme les latérites ou les bauxites, indiquent un climat tropical en milieu continental.
- ✓ La présence de roches coralliennes dans une région est également indicatrice d'un climat tropical, mais en milieu marin. Les formations récifales se développent dans les eaux chaudes, dont la température ne descend pas en dessous de 20°C ce qui actuellement ne se trouvent pas au-delà de 30° de latitude.
- ✓ Le charbon témoigne de conditions équatoriales humides propices à l'installation d'une forêt très exubérante.

La recherche de telles roches indicatrices de conditions climatiques et datées d'une époque donnée permet ainsi d'avoir une idée générale du climat régnant à cette époque.

II. Les mécanismes qui contrôlent les variations climatiques

A. Les variations du taux de CO₂ atmosphérique

Les variations climatiques aux grandes échelles impliquent des variations importantes dans la teneur en gaz à effet de serre de l'atmosphère.

1. Le piégeage de la matière organique

Globalement, le CO₂ provenant de la respiration est compensé par la photosynthèse. En revanche, une partie du carbone quitte l'écosystème sous la forme de matière organique non dégradée qui est transportée par les rivières vers les océans. Cette matière organique mêlée à des sédiments peut, si les conditions sont réunies (notamment une absence de dioxygène), échapper à la minéralisation qui libère le CO₂. Cette matière organique après transformation donnera du charbon et du pétrole. Cela aboutit à un stockage important de carbone atmosphérique (donc le CO₂ atmosphérique diminue).

2. Le volcanisme libère du CO₂

Lors des périodes d'intenses activités volcaniques (zone de subduction, dorsale océanique ou point chaud), il y a une forte libération de CO₂, le taux de CO₂ atmosphérique augmente donc.

3. L'altération des silicates continentaux consomment du CO₂

L'altération est l'ensemble des mécanismes physiques et chimiques qui transforment une roche mère en particules et libèrent les ions constitutifs des minéraux.

L'eau de pluie ou du sol, chargée en CO₂ dissout altère les roches continentales qui sont essentiellement constituées de silicates et de carbonates.

Les périodes d'intense érosion provoquent une baisse du CO₂ atmosphérique et donc une baisse des températures.

L'altération chimique des roches qui consomme du CO₂ est influencée par :

- La nature des roches
- La quantité d'eau dans les fleuves (plus il y a de l'eau, plus le flux d'altération est important).
- La température (plus la température est élevée plus l'altération est importante)

L'eau de pluie ou du sol, chargée en CO₂ dissout altère aussi les roches carbonatées continentales (calcaire). Les réactions de dissolution précipitation des carbonates se compensent s'il n'y a pas apport ou départ de Ca²⁺. Sur une échelle de plusieurs millions d'années, ce mécanisme ne fait pas varier la teneur en CO₂ atmosphérique.

L'altération d'une chaîne de montagne constituée de roches silicatées a tendance à faire baisser la concentration atmosphérique de CO₂, ce qui n'est pas le cas pour les roches carbonatées.

B. Influence de la répartition des masses continentales

La Terre reçoit une quantité d'énergie solaire plus importante à l'équateur qu'aux pôles. L'excès de chaleur est transporté par l'océan et l'atmosphère vers les hautes latitudes.

Si l'on modifie la distribution des continents et des océans, les circulations atmosphériques et océaniques évoluent en exportant plus ou moins de chaleur vers les pôles.

La tectonique des plaques modifie la latitude d'un continent, un continent qui dérive en latitude, voit donc son climat changer.

Bilan :

A l'échelle des temps géologiques, les indicateurs paléoclimatiques montrent que la Terre a connu de nombreux changements climatiques. Certaines périodes furent froides et d'autres chaudes. Les variations climatiques peuvent s'expliquer par la position des continents et la teneur en CO₂ dans l'atmosphère.