

Chapitre 1 : Reconstituer et comprendre les variations climatiques passées.

Problématique : Comment les différentes études et méthodes d'investigations ont permis de reconstituer et expliquer les changements climatiques passés ?

I. Les variations climatiques de la période Quaternaire.

1- Observation et origine d'un réchauffement depuis 150 ans.

Corrélation avec des modifications anthropiques du cycle du Carbone.

Depuis la révolution industrielle, les activités humaines libèrent des **gaz à effet de serre** dans l'atmosphère, comme le CO₂. L'augmentation de sa proportion dans l'atmosphère est responsable d'un **forçage radiatif supplémentaire** à l'origine de l'augmentation de la température mondiale (+1°C depuis 150 ans).

2- Observations d'alternance périodes glaciaire/interglaciaire sur 800000 ans

Bilan TP1 et TD glaces & foraminifères

Des indices de différente nature (paléoécologique, géologiques, préhistoriques et isotopiques) permettent de reconstituer au Quaternaire **des alternances de périodes glaciaires et interglaciaires**.

En milieu continental, les **grains de pollens** piégés dans la tourbe permettent d'enregistrer des modifications dans la végétation, liées au changement climatique, les **dépôts glaciaires** permettent de reconstituer l'étendue des derniers glaciers, les **peintures rupestres** renseignent sur le climat régional des sites occupés par l'Homme

En milieu océanique, le suivi de l'évolution du $\delta^{18}\text{O}$ (thermomètre isotopique) dans les glaces ou les tests de foraminifères montrent également ces alternances à l'échelle globale. Ce « thermomètre » est basé sur le fractionnement des isotopes de l'O₂ lors de l'évaporation de l'eau océanique. Lorsque le $\delta^{18}\text{O}$ mesuré dans les glaces augmente cela correspond à un réchauffement (variation inverse pour le $\delta^{18}\text{O}$ mesuré dans les sédiments carbonatés riches en tests de foraminifères).

3- Origine des variations cycliques au IVaire.

TP2 scénario d'entrée en phase interglaciaire

Toutes ces données concordent pour montrer les mêmes oscillations climatiques. Elles s'expliquent par les **variations cycliques de paramètres orbitaux de Milankovitch** : variation de l'excentricité de l'orbite, de l'inclinaison de l'axe de rotation et de la précession de l'axe de rotation.

Ces variations modifient la quantité d'énergie solaire reçue à la surface du globe, donc modifient la couverture de glace et donc la **rétroaction positive de l'albédo** qui amplifie la variation climatique. La fonte des glaces diminue l'albédo ce qui accélère le réchauffement en sortie de glaciation. De même la **rétroaction positive de l'océan**, en faisant varier la solubilité du CO₂ dans l'eau, modifie l'intensité de l'effet de serre. Lors d'une sortie de glaciation, le réchauffement de l'océan entraîne une diminution de la solubilité du CO₂, donc augmente sa teneur dans l'atmosphère et donc intensifie l'effet de serre, d'où une amplification du réchauffement.

.II. Les variations climatiques de l'ère Cénozoïque (-65 Ma à 0)

Bilan TD Cénozoïque

1- Une tendance globale au refroidissement.

Les valeurs du $\delta^{18}\text{O}$ mesuré dans les sédiments carbonatés diminuent sur les 50 derniers millions d'années. La reconstitution de la teneur en CO₂ atmosphérique à partir des rapports isotopiques du carbone des sédiments carbonatés montre également une diminution.

Après une brève période chaude, les 50 derniers millions d'années sont marqués par un refroidissement progressif aboutissant aux glaciations Quaternaire .

2- Une explication liée à la concentration en CO2 atmosphérique.

Deux modèles sont proposés pour expliquer ce refroidissement. Cette période est marquée par l'orogénèse alpine. Or **l'altération des roches silicatées** de la croûte continentale est un mécanisme piégeant le CO2, entraînant une diminution de l'effet de serre et donc un refroidissement.

Ces regroupements de masses continentales auraient par ailleurs modifiée la **circulation océanique** avec disparition d'un courant chaud intertropical, et formation d'un courant froid circumpolaire au moment de la formation de l'Antarctique, favorisant la formation d'une calotte polaire glacée, donc augmentation de l'albédo entraînant un refroidissement global.

III. Les variations climatiques de l'ère Mésozoïque (-245 Ma à -65 Ma)

1- Le réchauffement climatique au Crétacé.

Bilan activité Crétacé belin p 321 et p322 + profil falaise d'Étretat.

Les roches sédimentaires constituent des **marqueurs climatiques** Leur positionnement en tenant compte de la disposition des continents permet de penser que le **climat était plus chaud au Mésozoïque qu'actuellement.**

On peut noter l'**absence de dépôts glaciaires** au Crétacé, l'existence de **nombreux gisements de pétrole et de charbon** à de hautes latitudes qui sont le signe d'une importante production de matière organique végétale, sous un climat régional chaud et humide.

On retrouve également des roches glauconieuses en très grande quantité à l'échelle du globe au Crétacé ainsi que de nombreux affleurements de craie à l'intérieur des continents. Ces roches se forment en milieu marin plus ou moins profond. Leur superposition dans une région démontre qu'à cet endroit il y a eu une phase de **transgression marine importante** (remontée du trait du littoral jusqu'à l'intérieur des continents) (*exemple de la falaise d'Étretat et ses 500m de craie*)

Les transgressions marines peuvent s'expliquer en partie par la rétroaction positive de l'océan liée à la dilatation thermique de l'eau sous l'effet de l'augmentation de température, mais pas seulement ...
(p 323)

2- Une explication grâce à la géodynamique terrestre.

Activité p 324

Au Crétacé l'**activité des dorsales océaniques a été très intense** (grand volume de lithosphère produite) , provoquant une libération importante de CO2 atmosphérique, renforçant l'effet de serre et donc le réchauffement. **Le taux d'expansion océanique particulièrement élevé** diminue l'espace disponible pour l'eau qui recouvre alors les océans.

Ainsi le volcanisme de dorsales, la position des océans et la variation du niveau marin favorise un climat chaud et humide.

IV. Les variations climatiques de l'ère Paléozoïque (- 540 Ma à - 245 Ma)

1- Le refroidissement de la fin du Paléozoïque.

Genially Reconstitution des paléo ceintures climatiques permo-carbonifère à partir d'indices sédimentaires

Le Carbonifère est marqué par la formation de nombreux bassins houillers et de **charbon** (d'où le nom donné à cette période !) Un climat chaud et humide était favorable au développement de la végétation. Dans cet environnement de forêts luxuriantes, la sédimentation détritique et la productivité primaire étaient importantes et de gigantesques dépôts de matière organique se sont formés, la lignine (molécule végétale rigide) n'ayant pas encore de décomposeurs efficace. Ils ont permis la formation de gisements charbon qui ont séquestré jusqu'à nos jours une importante quantité de CO₂... que l'humanité relargue dans l'atmosphère depuis 150 ans .

Au Permien, on retrouve des traces de la présence de grands inlandsis sur des latitudes plus basses qu'actuellement : stries glaciaires dans le Sahara et nombreuses **tillites** (roches sédimentaires formées par accumulation de débris de roches arrachés puis abandonnés par les glaciers). Présence également de nombreuses **évaporites** au niveau des tropiques (climat aride).

2- Explication de l'entrée dans la plus grande glaciation terrestre.

À la fin du Paléozoïque, on observe un refroidissement global du climat (glaciation à l'Ordovicien et au Permien...). La naissance de la **Pangée** a été associée à la formation, au niveau de l'équateur, d'une vaste ceinture orogénique: la **chaîne hercynienne**. Sous un climat chaud et humide au Carbonifère, cette chaîne de montagnes a subi une **altération intense**, qui a piégé d'importantes quantité de CO₂ atmosphérique. Cette perturbation du cycle du carbone a été à l'origine d'un refroidissement progressif pendant le Carbonifère supérieur (323 - 299 Ma).

Ainsi on remarque au Paléozoïque une alternance de période glaciaire et interglaciaire, dans une ère globalement plutôt froide.

Les variations climatiques s'expliquent principalement par des modifications de l'intensité de l'effet de serre causées par différents processus : modification de la circulation océanique, piégeage de la matière organique (fossilisation) et altération des grandes chaînes de montagne (diminuant la proportion de CO₂ atmosphérique), volcanisme intense (libérant du CO₂)