

Activité 7: Les climats du Carbonifère (- 355 à - 295 Ma) et du Crétacé (- 135 à - 65 Ma)

Les climats au quaternaire montrent une alternance rapide et cyclique de périodes glaciaires et interglaciaires. Ces périodes s'inscrivent, à une échelle de temps plus grande, dans une «ère» glaciaire caractérisée par la présence permanente d'une calotte de glace aux pôles. Différentes ères glaciaires et interglaciaires se sont succédées à l'échelle des temps géologiques.

Comment déterminer et expliquer les variations climatiques à l'échelle des temps géologiques ?

1: En mettant en relation les informations relatives aux indices climatiques (document 3 page 121)), et la localisation des roches datées du Permo-Carbonifère (document 1), et du Crétacé supérieur (document 2) déterminez les climats qui régnaient sur les différents continents lors de ces deux périodes. Pour chacune de ces périodes, indiquez si la terre se trouvait dans une «ère» glaciaire ou interglaciaire ? Justifiez votre réponse

2: Comment expliquer le climat qui régnait en Europe au Permo-Carbonifère ? Cette explication peut elle s'appliquer au cas du Crétacé supérieur ?

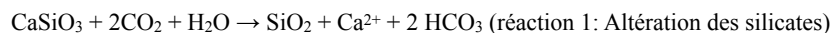
3: Les paramètres orbitaux de Milankovitch peuvent-ils expliquer les variations climatiques à l'échelle des temps géologiques ? (graphique page 131) Justifiez votre réponse. Proposez alors une ou des hypothèses pouvant expliquer ces variations climatiques. Le document 1 page 124 confirme-t-il l'une de vos hypothèses ? Justifier.

4: Indiquez les caractéristiques des différents facteurs susceptibles de modifier le taux de CO₂ au Carbonifère et au Crétacé (livre pages 124-125, et documents B, C, et D)

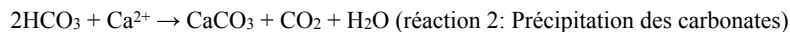
5: Rédigez une conclusion pour répondre au problème posé.

Document A: Altération des roches et teneur en CO₂ de l'atmosphère au Carbonifère

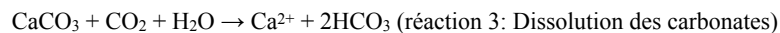
Il y a 320 Ma, une immense chaîne de montagnes se met en place. Cette chaîne, dite hercynienne, sera totalement érodée 50 Ma plus tard. Le Massif Central, la Bretagne et les Vosges en sont les vestiges actuels. Les rivières transportent des particules solides et des ions résultant de l'altération des roches par l'eau. Pour quasiment toutes les rivières du monde, même celles qui drainent des régions granitiques ou basaltiques, l'anion hydrogénocarbonate HCO₃ est le plus abondant. Cet ion provient du CO₂ atmosphérique. Dissous dans l'eau de pluie, il forme l'acide carbonique H₂CO₃ en réalité dissocié en HCO₃ et protons. Ces protons attaquent les réseaux cristallins des minéraux silicatés (Feldspaths, pyroxènes...). Pour un pyroxène calcique, cette réaction s'écrit :



Au terme d'un parcours plus ou moins complexe, les eaux de rivières arrivent à l'océan. Sous l'action directe (élaboration de tests, coquilles) ou indirecte des êtres vivants, il se forme du calcaire suivant la réaction :



Sous l'action de l'eau, les roches calcaires sont attaquées (formation de grottes...) suivant la réaction :

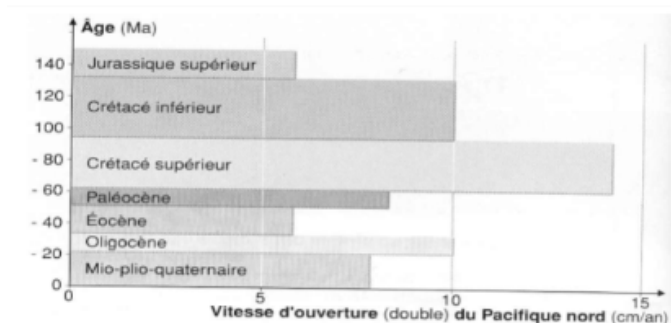


Les réactions 2 et 3 se compensent si il n'y a pas d'apport ou de départ d'ions Ca²⁺.

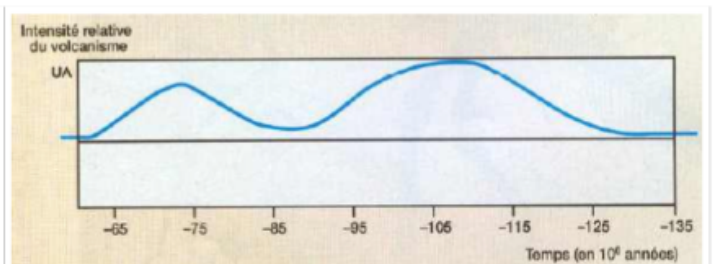
Aide: La seule précipitation/dissolution des carbonates peut elle induire des variations du taux de CO₂ atmosphérique sur des échelles de temps de plusieurs millions d'années ? Quel est le bilan du couplage entre l'altération des silicates et la précipitation des carbonates ?

Document B: Estimation des flux globaux actuels de CO₂ en fonction du type de volcanisme.

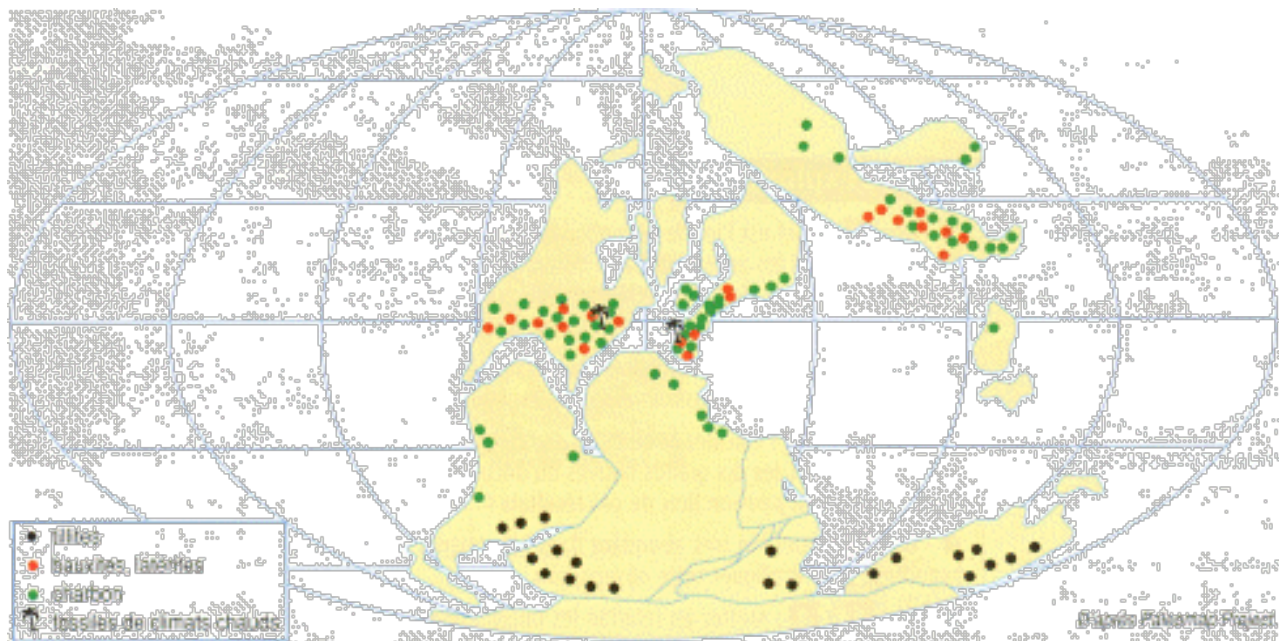
Type de volcanisme	Flux globaux de CO ₂ (10 ⁶ tonnes.an ⁻¹)
Volcanisme sous marin (dorsales océaniques)	44 à 61
Volcanisme aérien (zone de subduction, point chaud)	97 à 114



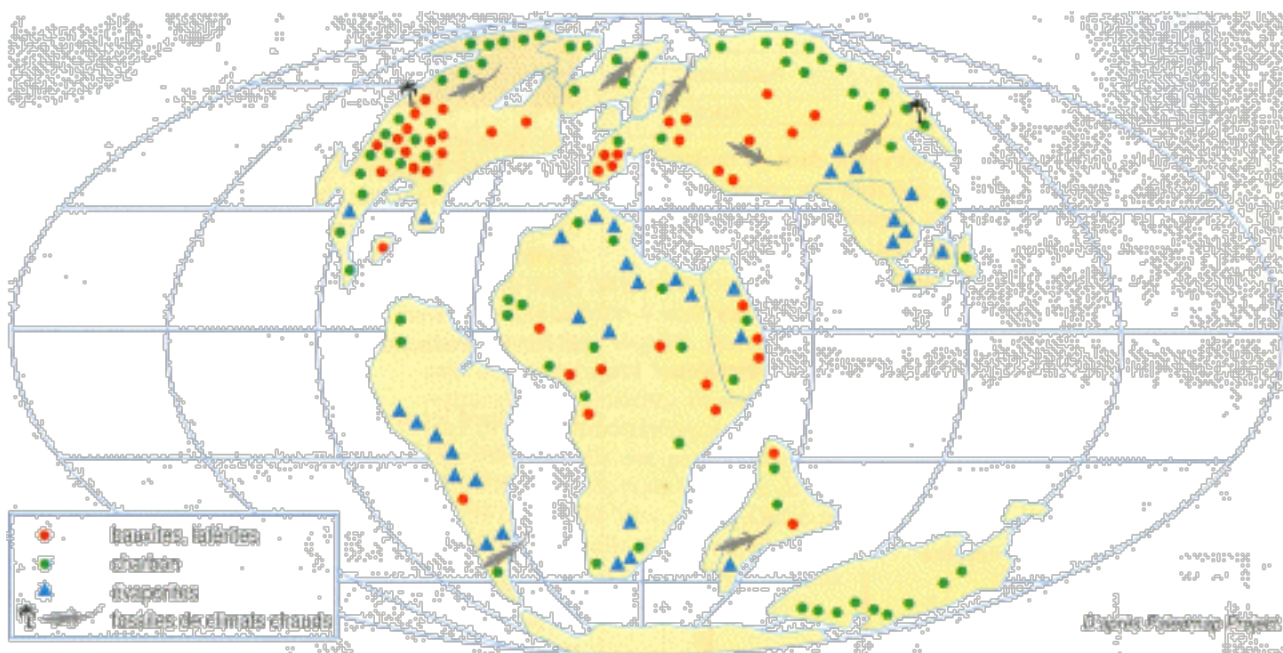
Document C: Variation de la vitesse de la dorsale nord-Pacifique.



Document D: Intensité du volcanisme intra-plaque dans le Pacifique.



Document 1: répartition mondiale des indices climatiques datés du Perméo- Carbonifère



Document 2: répartition mondiale des indices climatiques du Crétacé supérieur

Activité 7: Les climats du Carbonifère (- 355 à - 295 Ma) et du Crétacé (- 135 à - 65 Ma) - Correction

1: Détermination des climats du Carbonifère et du Crétacé

Signification des indices climatiques:

- Les bauxites et les latérites se forment suite à l'altération des roches en milieu tropical.
- Les évaporites se forment en milieu aride (déserts) par évaporation d'un bassin salé provoquant la précipitation des ions
- Le charbon, roche formée de débris végétaux plus ou moins transformés, témoigne de la présence d'une végétation très développée généralement caractéristique d'un climat tropical.

Interprétation:

Au Carbonifère: Les bauxites, les latérites et le charbon retrouvés en Europe et datés du carbonifère témoignent d'un climat tropical en Europe à cette époque. Les tillites du carbonifère observées en Amérique du Sud, en Afrique du Sud, en Australie et en Inde témoignent de la présence d'une calotte glaciaires recouvrant ces régions à cette époque. La terre se trouvait dans une ère glaciaire au carbonifère.

Au Crétacé: La présence de bauxites, de latérites, d'évaporites, et de charbon témoigne d'un climat chaud sur l'ensemble des continents; les hautes latitudes étaient recouvertes de forêts caractéristiques d'un climat chaud ou tropical, on observe aucune trace de glaciation datée de cette époque. La terre se trouvait dans une ère interglaciaire au crétacé.

2: Données paléo-géographiques:

Au Carbonifère: Les continents étaient principalement regroupés dans l'hémisphère Sud. Le climat tropical qui régnait en Europe au carbonifère s'explique par la position équatoriale de l'Europe qui résulte de la dérive des continents.

Au Crétacé: La disposition des continents était très proche de la disposition actuelle. Les roches datées du Crétacé et qui témoignent d'un climat chaud se sont formées à des latitudes proches de leurs latitudes actuelles. Leur formation ne peut pas s'expliquer par la position des continents; elle est la preuve d'un réchauffement global de la planète.

3: Les causes des variations climatiques aux plus grandes échelles de temps

Les paramètres orbitaux de Milankovitch présentent des périodicités des 100 000, 43 000 et 21 000 ans; il n'y a pas de corrélation possible avec les variations climatiques observées à l'échelle des temps géologiques. (Graphique page 131)

Il existe une corrélation entre le taux de CO₂ atmosphérique et les climats à l'échelle de la centaine de millions d'années (documents 1 page 124 mis en relation avec le graphique page 131). Les augmentations du taux de CO₂ sont corrélées avec les augmentations de température (ères interglaciaires); les chutes du taux de CO₂ sont corrélées avec les baisses de température (ères glaciaires).

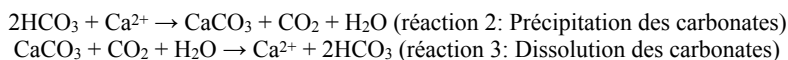
4: Les variations du taux de CO₂

4.1: Au Carbonifère:

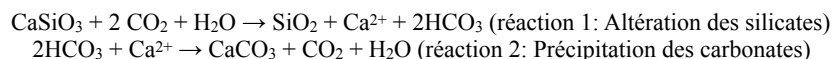
La croissance importante de la forêt dans la zone inter-tropicale consomme du CO₂ (photosynthèse) prélevé dans l'atmosphère. Une partie de ce CO₂ retourne à l'atmosphère lorsque les plantes respirent ou lorsque les organismes qui consomment la matière organique des plantes respirent ou fermentent.

Cependant, le CO₂ peut être piégé c'est à dire qu'il ne retourne pas dans l'atmosphère. Ainsi, au Carbonifère, la formation massive de charbon issu de la forêt tropicale en croissance piège le CO₂ atmosphérique.

La précipitation des carbonates libère du CO₂ et la dissolution des carbonates consomme du CO₂. Ces 2 réactions se compensent (il y' a autant de CO₂ consommé que de CO₂ rejeté): le bilan est nul tant qu'il n'y a pas d'apport ni de départ d'ion calcium.



Au cours du Carbonifère, lors de l'érosion de la chaîne Hercynienne, l'altération des silicates consomme du CO₂ et libère du calcium. Pour 2 CO₂ consommés lors de l'altération des silicates, un seul est libéré lors de la précipitation des carbonates; l'autre CO₂ est piégé dans le CaCO₃.



La formation massive de charbon et l'érosion rapide de la chaîne Hercynienne au Carbonifère piège le CO₂ atmosphérique ce qui induit une baisse de l'effet de serre et une baisse des températures avec développement d'une calotte glaciaire dans l'hémisphère Sud.

4.2: Au Crétacé

Au crétacé, les océans sont en extension, les dorsales présentent une très forte activité volcanique; on observe également une augmentation de l'intensité du volcanisme intra-plaque. Le dégazage du manteau par le volcanisme libère de grandes quantités de CO₂ dans l'océan et dans l'atmosphère induisant ainsi une hausse de l'effet de serre et des températures.

Conclusion:

Les roches et les fossiles constituent des indices climatiques; la datation de ces indices permet de déterminer les climats à l'échelle des temps géologiques. On met ainsi en évidence un climat froid au Carbonifère et un climat chaud au Crétacé.

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 (taux maximum de CO₂ au Crétacé, et minimum au Carbonifère). Ces variations sont contrôlées par des processus qui libèrent du CO₂ (volcanisme) et par des processus qui consomment du CO₂ (altération des silicates; piégeage du CO₂ dans le charbon).