

TP 28 L'évolution du climat au Cénozoïque (de – 65 Millions d'années à l'actuel)

Objectifs :

Identifier les tendances climatiques passées durant le Cénozoïque grâce à l'étude d'indices.

Compétences :

Pratiquer des langages

Pratiquer des démarches scientifiques

Les scientifiques disposent d'indices précieux qui leur permettent de reconstituer les climats passés à l'échelle de plusieurs millions d'années. Au cours du Cénozoïque, qui s'étend de -65 Ma à la période actuelle, des variations climatiques de grande amplitude ont été repérées.

Quelles sont les variations climatiques enregistrées au cours du Cénozoïque et comment les expliquer ?

A partir des documents ci-dessous, présenter le scénario d'évolution globales du climat durant la période du Cénozoïque en précisant quelles pourraient être les causes à l'origine de cette évolution.

Documents

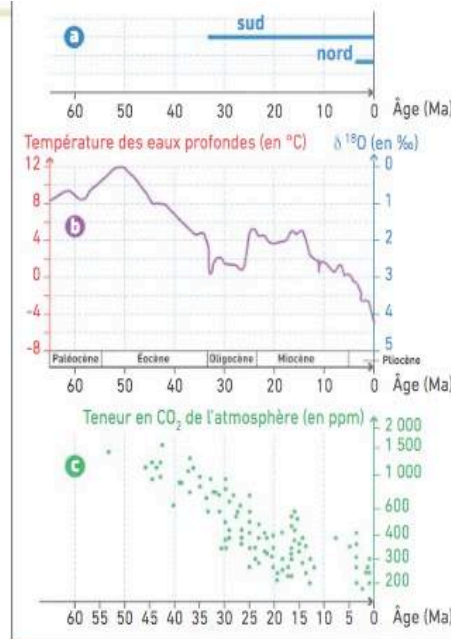
Climat et CO₂ au Cénozoïque

Les forages glaciaires ne permettent pas de remonter à des âges supérieurs au million d'années. Les chercheurs utilisent donc d'autres méthodes pour reconstituer les variations du climat et de la teneur atmosphérique en CO₂ plus anciennes. Les graphiques ci-contre en présentent trois :

a Reconstitution de la présence de calottes polaires dans les deux hémisphères à partir de données sédimentologiques (présence de dépôts glaciaires comme les tillites^{*}).

b Étude de la température des eaux océaniques profondes à partir du rapport isotopique $\delta^{18}\text{O}$ dans les foraminifères vivant sur le fond marin (voir p. 299).

c Reconstitution de la teneur atmosphérique en CO₂ à partir de l'étude de rapports isotopiques du carbone dans les sédiments carbonatés (« Paleo-CO₂ project »). Les scientifiques mesurent le rapport entre les différents isotopes du carbone à l'intérieur de molécules organiques fossilisées dans les tests de microalgues, les coccolithophoridés (voir document 2). En effet, lors de la photosynthèse, ces algues utilisent davantage le ¹²C par rapport au ¹³C, mais lorsque la teneur en CO₂ diminue, l'écart entre l'incorporation des deux isotopes décroît.



Trois indicateurs climatiques à l'échelle de l'ère cénozoïque.


Saisie des données et mises en relation

- Présence de calottes glaciaires :
 - Sud à partir de -35 Ma,
 - Nord à partir de -5 Ma.
- Températures des eaux océaniques profondes déduites du $\delta^{18}\text{O}$ des sédiments océaniques : durant le cénozoïque, les températures des fonds océaniques baissent (valeurs).
- Teneur en CO₂ de l'atmosphère diminue durant le cénozoïque => diminution de l'effet de serre => diminution des températures atmosphériques.

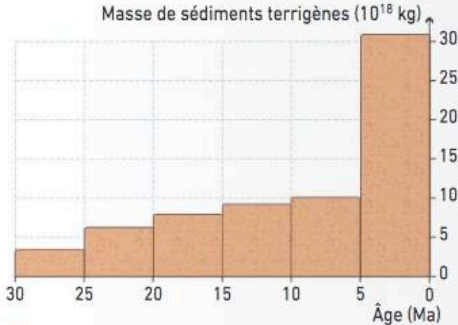
Toutes ces données convergent vers un refroidissement global au Cénozoïque.

Les chaînes de montagnes du Cénozoïque

Le Cénozoïque est une période de réunion des blocs continentaux et de formation de chaînes de montagnes, dont les principales forment la ceinture orogénique alpine (voir p. 160). Dès leur formation, les reliefs montagneux sont soumis à l'altération et à l'érosion*. Ce phénomène est quantitativement très important. À titre d'exemple, on estime que pour l'Himalaya ces phénomènes ont démantelé un volume de roches de 2 millions de milliards de m³ au cours des 20 derniers millions d'années.



A Dépôts sédimentaires liés à l'érosion de l'Himalaya dans la vallée de l'Indus.



Âge (Ma)	Masse de sédiments terrigènes (10^{18} kg)
30	2
25	4
20	6
15	8
10	9
5	10
0	28

C Masse de sédiments issus de l'érosion depuis 30 millions d'années.

ozoïque




Masse de sédiments terrigènes (10^{18} kg)

Âge (Ma)	Masse de sédiments terrigènes (10^{18} kg)
30	~6
25	~9
20	~11
15	~12
10	~12
5	~12
0	~30

Âge (Ma)

Altération des roches continentales et CO₂



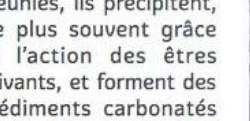
A Observation d'un granite altéré au microscope en lumière polarisée analysée.


Les roches silicatées comme le granite subissent en surface une **altération chimique*** sous l'effet de l'eau chargée en CO₂.

L'observation au microscope polarisant en LPA* d'un granite altéré (**A**) montre la transformation des plagioclases (Pl) en de nombreux cristaux d'un minéral argileux, la kaolinite (Ka) suivant la réaction (1).

Les ions Ca²⁺ et HCO₃⁻ ainsi formés passent en solution et sont transportés par les cours d'eau. Lorsque les conditions sont réunies, ils précipitent, le plus souvent grâce à l'action des êtres vivants, et forment des sédiments carbonatés suivant la réaction (2), dite de précipitation* des carbonates.

B Échantillon d'un granite altéré.





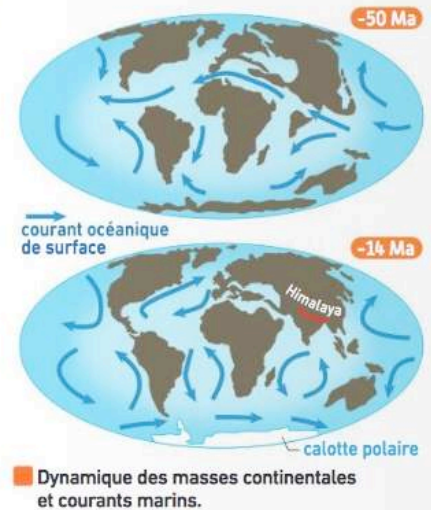
⇒ Diminution de l'effet de serre => refroidissement.

Des modifications de la circulation océanique globale

Le déplacement des masses continentales au cours du Cénozoïque, sous l'effet de la **tectonique des plaques***, a entraîné une modification des courants océaniques de surface, fermant certains passages et en ouvrant d'autres.

Les climatologues font des liens entre **circulation océanique*** et climat global :

- En réchauffant les eaux océaniques, un courant faisant le tour du globe dans la région intertropicale favorise un climat global chaud.
- Au contraire, la présence d'un courant froid autour du continent Antarctique (courant circumpolaire), en isolant ce dernier des apports d'eaux chaudes, y favorise l'installation d'une calotte glaciaire propice au refroidissement global, notamment par augmentation de l'albédo.
- L'existence de courants indépendants de direction globalement nord-sud (courants méridiens) accentue les différences de température en fonction de la latitude, ce qui est favorable à l'installation d'un refroidissement global.



La réunion des masses continentales, grâce à la tectonique des plaques, a modifié **les courants océaniques** :

- **disparition du courant chaud équatorial**
- **mise en place d'un courant froid circumpolaire autour de l'Antarctique isolé.**
- **mise en place de courants NS indépendants accentuant le refroidissement.**

Le courant circumpolaire favorise la mise en place d'une calotte glaciaire en Antarctique => albédo élevé => amplification du refroidissement.

Conclusion :

Les collisions continentales ont permis l'érection de chaînes de montagnes qui, par la suite, grâce à l'altération de ces reliefs, et par la formation de calcaire dans les océans ont entraîné la consommation de CO₂ atmosphérique et donc une diminution de l'effet de serre et des températures. Egalement, la nouvelle répartition des masses continentales modifie les circulations océaniques accentuant le refroidissement. La mise en place des calottes glaciaires S et N entraîne une augmentation de l'albédo amplifiant encore de refroidissement au cours du Cénozoïque.

Quelques définitions :

Erosion : ensemble des mécanismes physiques et chimiques qui provoquent l'ablation et le transport des produits issus de l'altération d'une roche

Altération chimique : dégradation chimique des minéraux constituant les roches

Précipitation : passage à l'état solide d'une substance dissoute dans l'eau (l'inverse de la dissolution)

Circulation océanique : ensemble des courants océaniques, en surface et en profondeur