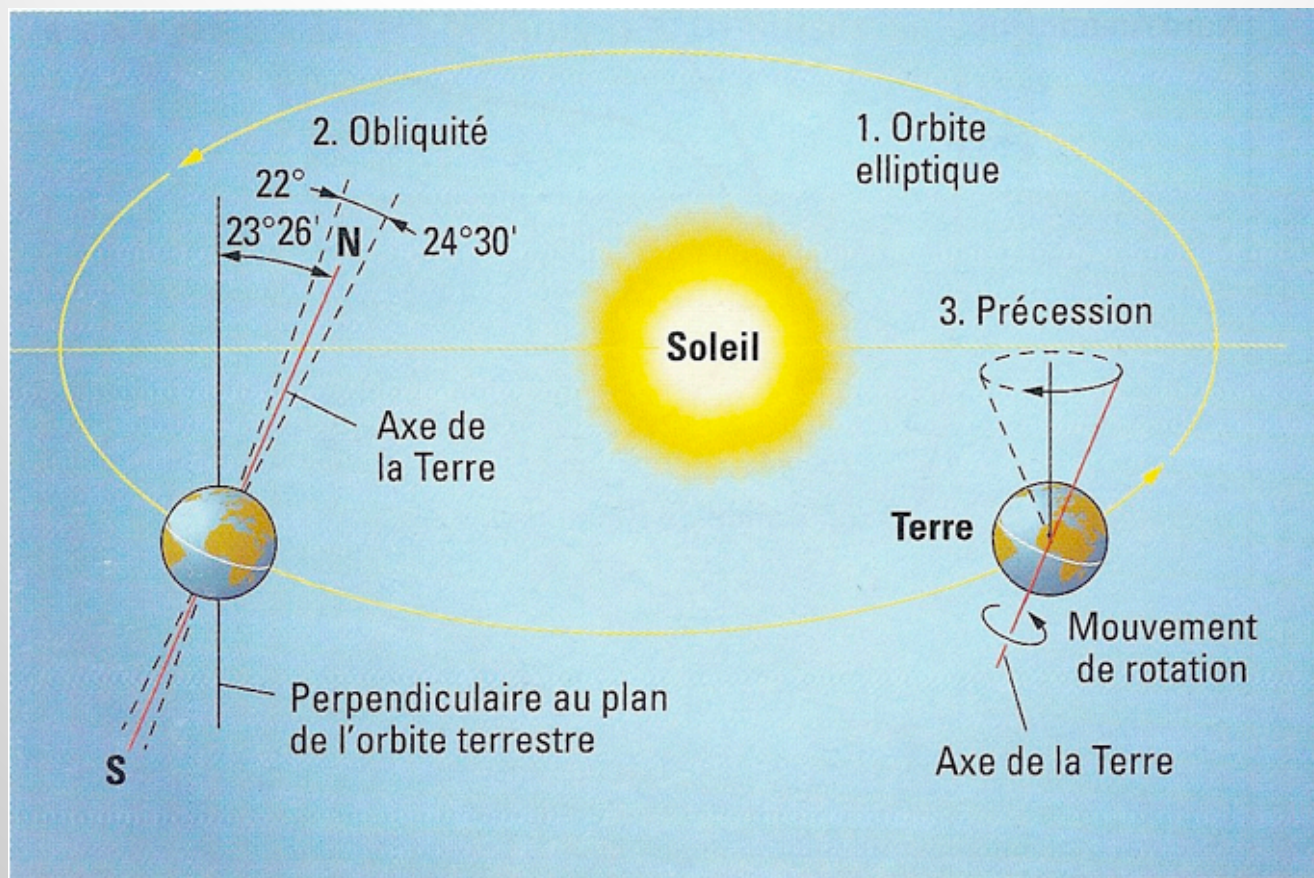


3) Origine des variations climatiques au Quaternaire

Variation des paramètres orbitaux terrestres

L'obliquité de l'axe de rotation : angle d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre (entre $22,1^\circ$ et $24,3^\circ$).
Valeur actuelle : $23,26^\circ$.

Période de 41 000 ans.



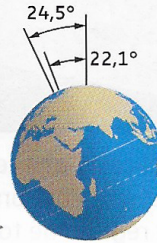
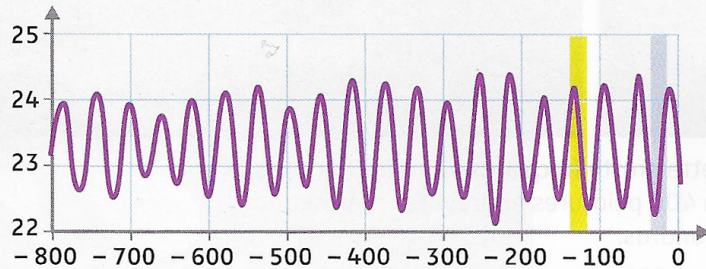
L'excentricité de l'orbite : degré d'aplanissement de l'ellipse que décrit la Terre autour du Soleil.
Elle varie de 0 (cercle) à 0,07.
Valeur actuelle : 0,017.

Période de 100 000 ans (et 400 000 ans).

La **précession des équinoxes** : Oscillation de l'axe de rotation de la Terre.
Périodes de 19 000 et 23 000 ans.

Variation des paramètres orbitaux de la Terre

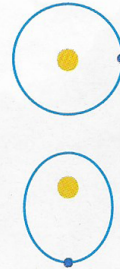
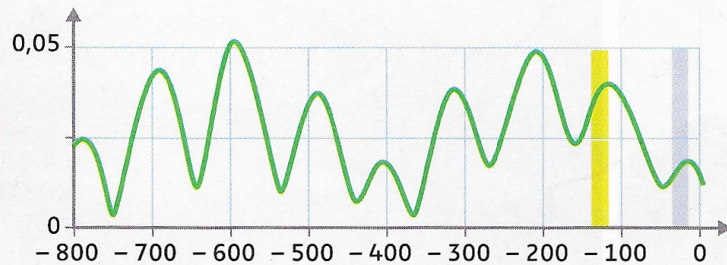
Obliquité



Changement d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre

Lorsque sa valeur est faible, le contraste entre l'été et l'hiver est peu marqué. C'est l'inverse lorsque sa valeur est élevée.

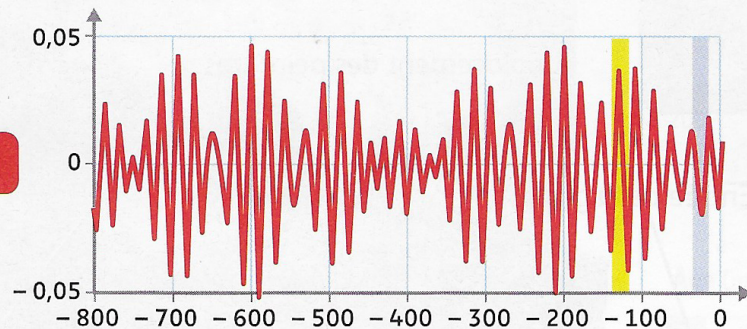
Excentricité



Changement de la forme de l'orbite de la Terre autour du Soleil.

Lorsque sa valeur est faible, l'orbite est quasi-circulaire, entraînant un faible contraste entre l'été et l'hiver. C'est l'inverse lorsque sa valeur est élevée.

Précession



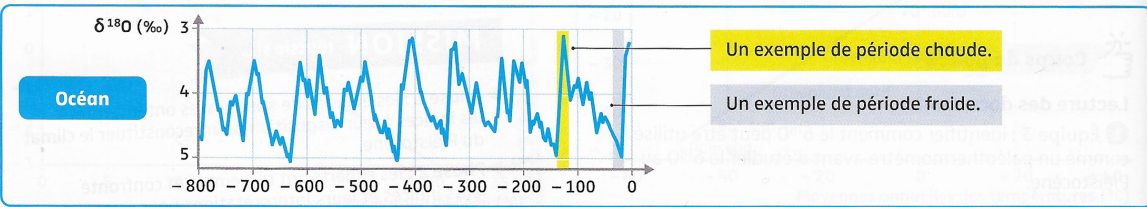
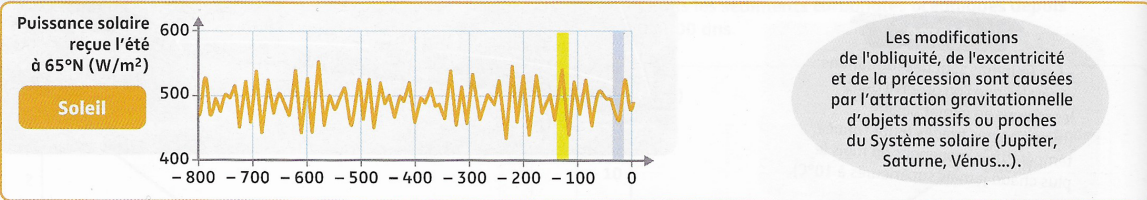
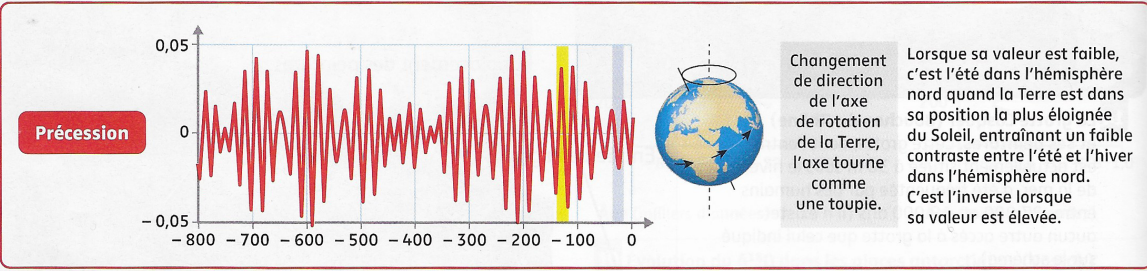
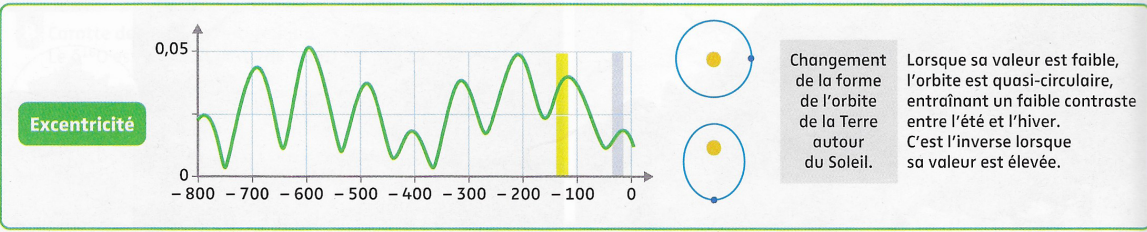
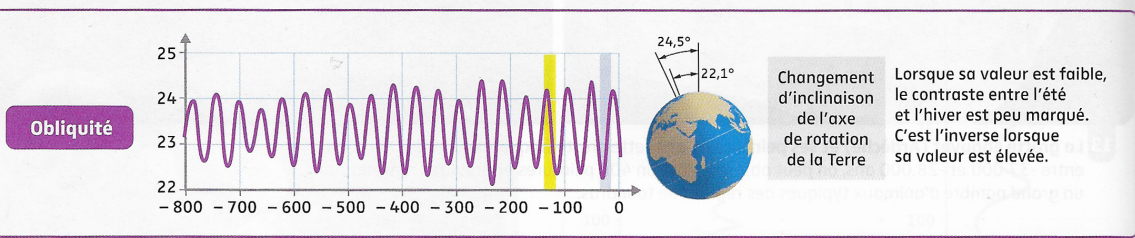
Changement de direction de l'axe de rotation de la Terre, l'axe tourne comme une toupie.

Lorsque sa valeur est faible, c'est l'été dans l'hémisphère nord quand la Terre est dans sa position la plus éloignée du Soleil, entraînant un faible contraste entre l'été et l'hiver dans l'hémisphère nord. C'est l'inverse lorsque sa valeur est élevée.

Publiée en 1941, la théorie astronomique du climat de l'astronome croate **Milutin Milankovic**, suppose que les variations climatiques du quaternaire sont la conséquence de variations cycliques de différents paramètres de l'orbite terrestre.

Ce « cycle de Milankovic » ne fut largement admis dans la communauté scientifique qu'au début des années 1970.

A partir de ces données, il a été possible de calculer la puissance solaire reçue (insolation) à 65° de latitude nord à laquelle se forment ou fondent les glaces polaires aux solstices.

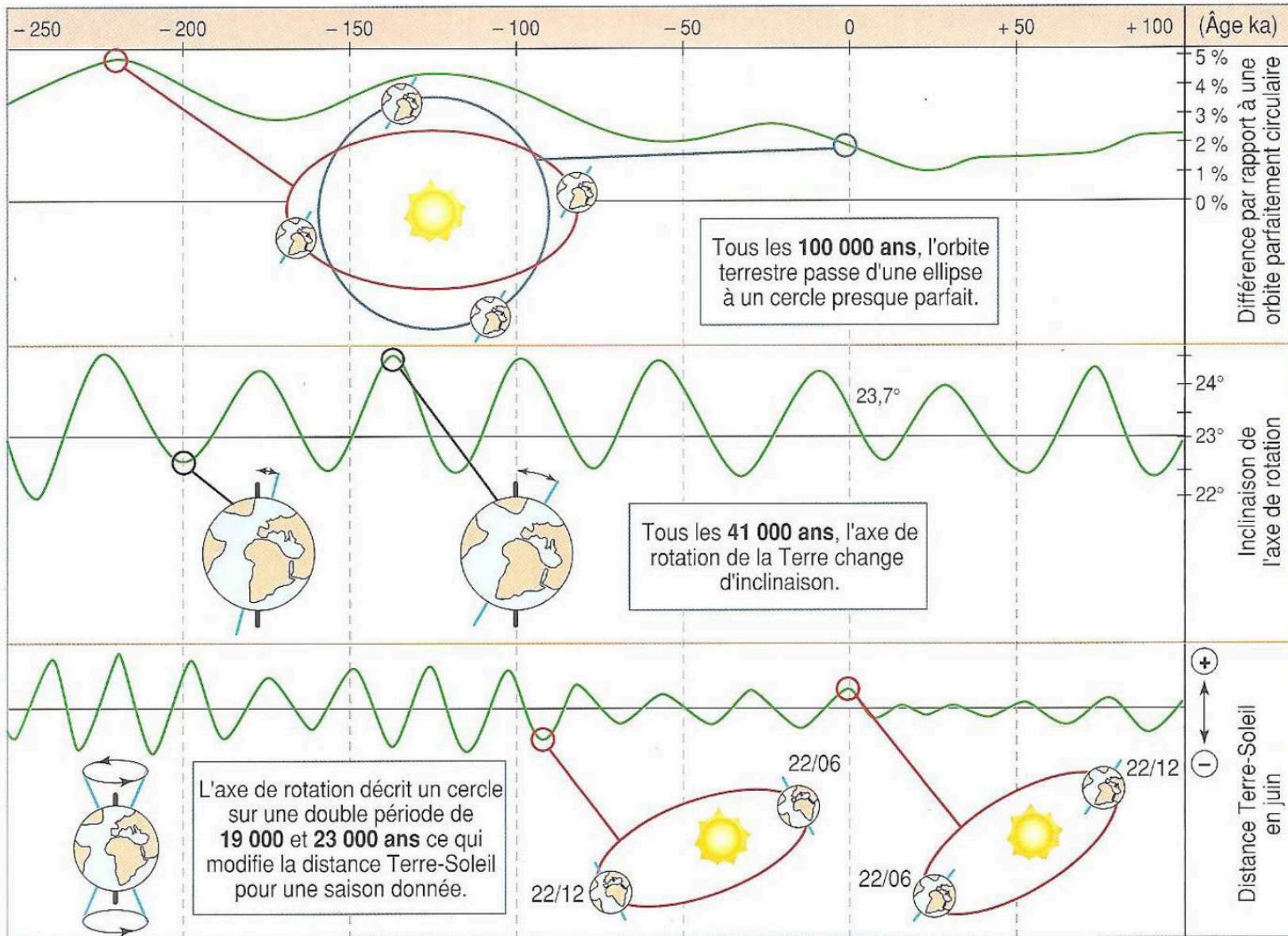


1 Évolution depuis 800 000 ans des paramètres orbitaux de Milankovitch (obliquité, excentricité et précession), de la puissance solaire reçue à la latitude 65°N et du $\delta^{18}\text{O}$ dans l'océan (tests carbonatés des foraminifères).

Attention : valeurs décroissantes sur l'axe du $\delta^{18}\text{O}$!!

Calcul de l'insolation à 65° de latitude nord d'après les paramètres orbitaux terrestres.

Et mise en relation avec les mesures du $\delta^{18}\text{O}$ des océans



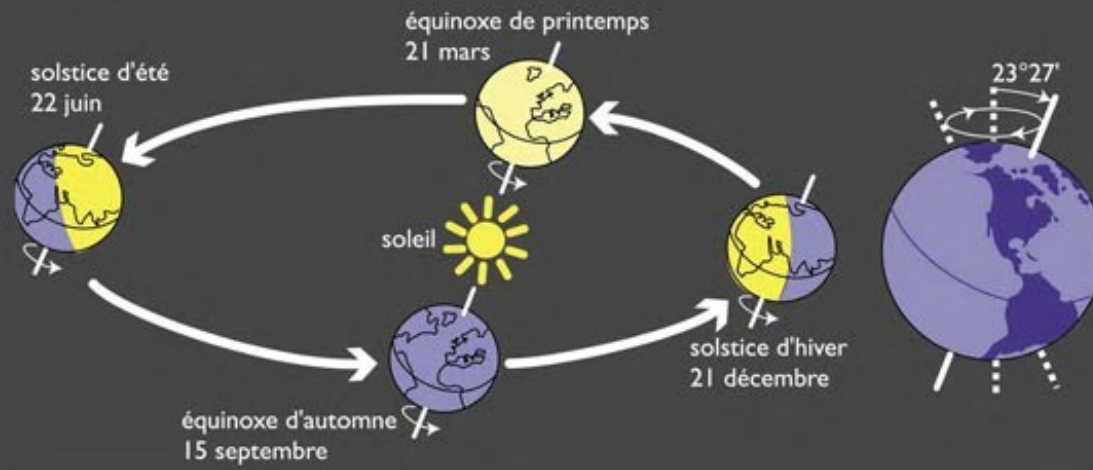
ka = 10³ années

excentricité

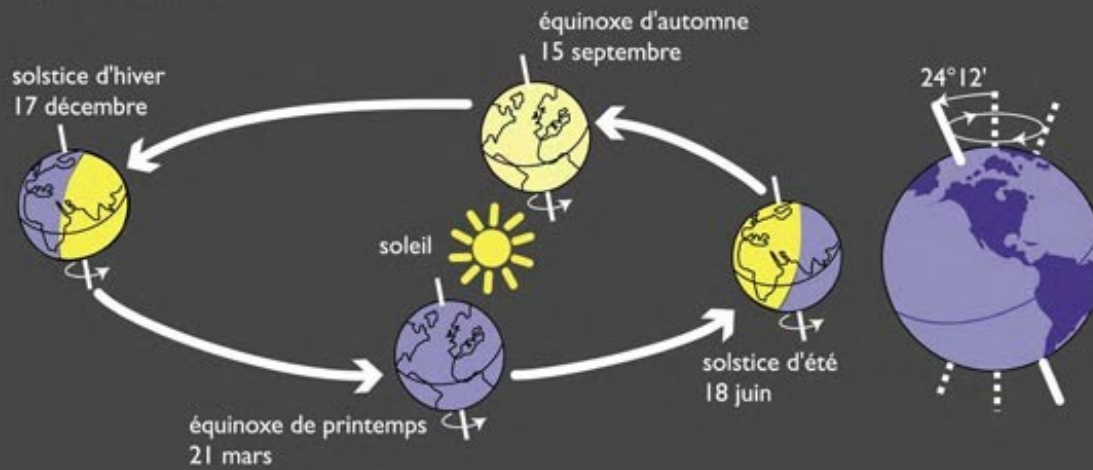
obliquité

précession
des
équinoxes

Aujourd'hui :



Il y a 11 000 ans :

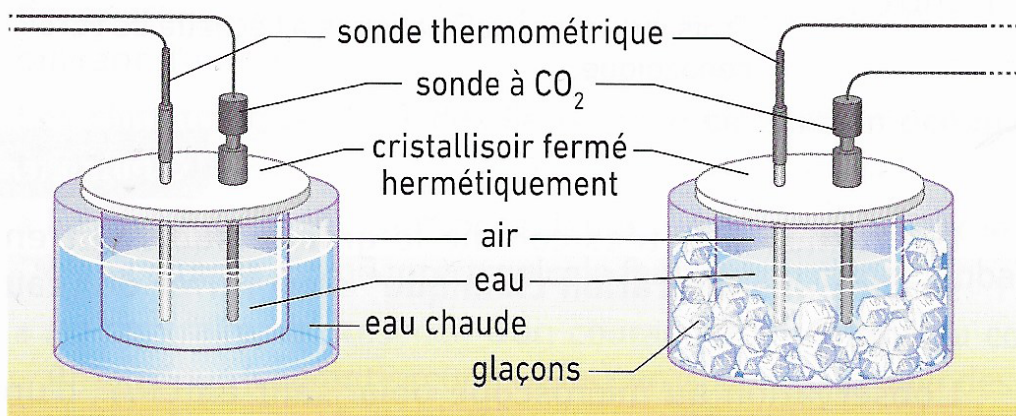


© S. Coutterand

4) Les mécanismes amplificateurs des changements climatiques

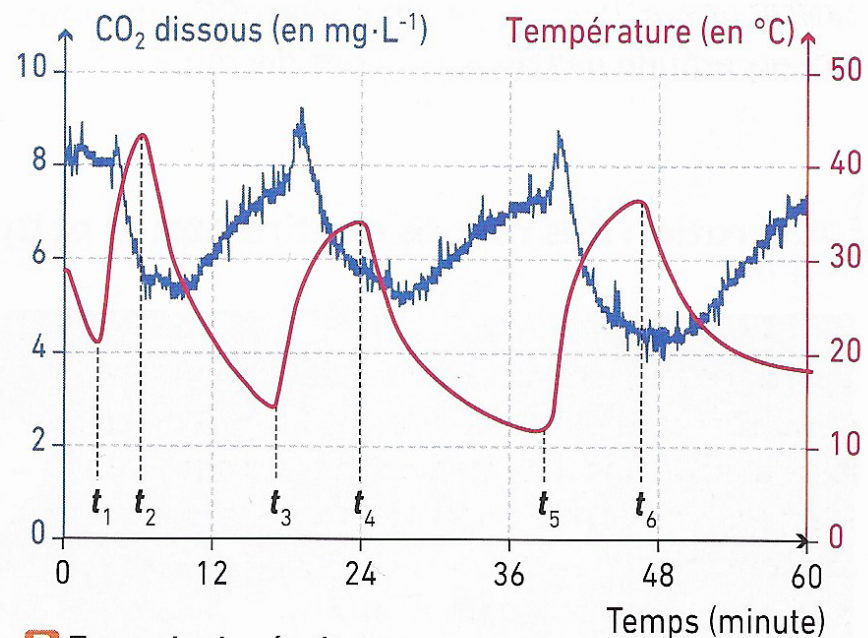
La solubilité du CO₂ dans les océans

Cette expérience a pour objectif de déterminer l'influence de la température sur la capacité de l'eau à absorber le CO₂ présent dans l'air. On verse dans un petit cristalliseur 150 mL d'eau, on y plonge une sonde à CO₂ et une sonde thermométrique, puis on ferme hermétiquement le récipient.



A Montage expérimental.

Aux temps t_1 , t_3 et t_5 , on a plongé le cristalliseur dans de l'eau chaude.
Aux temps t_2 , t_4 et t_6 , on a plongé le cristalliseur dans de l'eau refroidie par des glaçons.

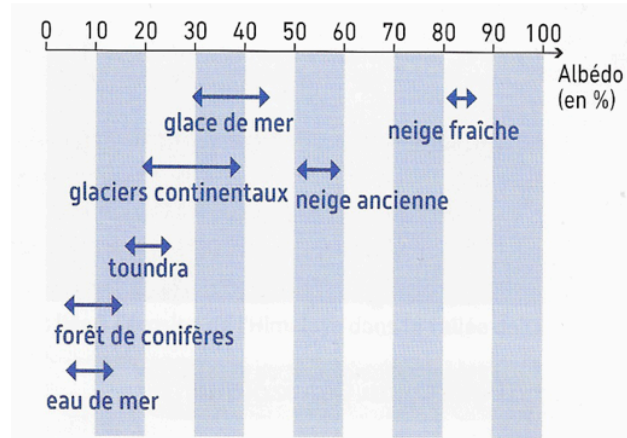


B Exemple de résultats.

La notion d'albédo :

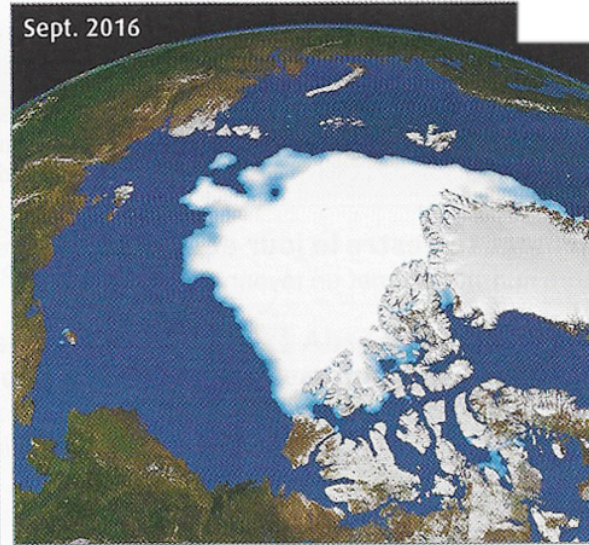
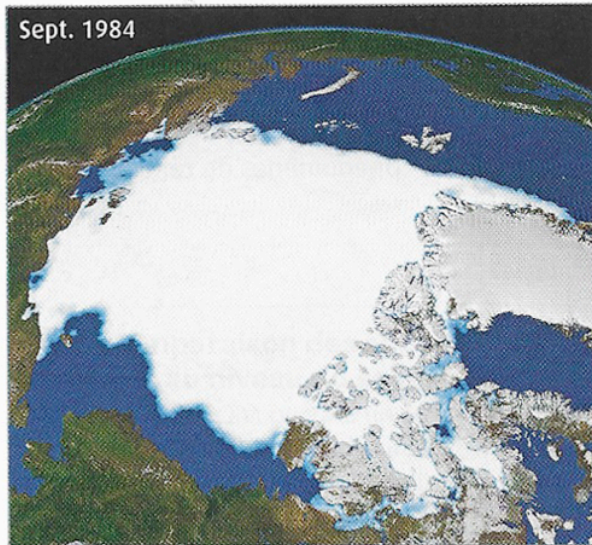
L'énergie du rayonnement solaire parvenant sur la planète n'est pas totalement absorbée. Une partie de ce rayonnement incident est réfléchi vers l'espace.

On définit **l'albédo** comme le rapport entre l'énergie réfléchi et l'énergie incidente (reçue). Il est mesuré par un **radiomètre** (mesure de la **réflectance d'un matériau**) et varie entre 0 et 100 % selon la surface considérée. Si toute l'énergie est absorbée par la surface, l'albédo est de 0% ; au contraire, si toute l'énergie est réfléchi, l'albédo est de 100 %.



B Albédo de différentes surfaces.

Rappel : l'**albédo*** est le % du rayonnement solaire incident réfléchi par la surface terrestre.



DOC 6 Photos satellites de la banquise du pôle Nord prises par la NASA.