

## TP 27 mise en évidence et origine des variations climatiques des derniers 700 000 ans

### Mise en situation et recherche à mener

La détermination du rapport isotopique  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  dans les glaces des pôles et dans les tests carbonatés des Foraminifères permet de reconstituer les variations climatiques sur une période de temps assez courte de l'ordre de 800 000 ans.

On cherche tout d'abord à comprendre le principe de l'utilisation de ce rapport isotopique pour établir des variations climatiques puis dans un 2<sup>ème</sup> temps à rechercher les causes possibles de ces variations climatiques.

### Ressources

Logiciel  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$

Vidéo : les paramètres de Milankovic (durée : 5 min)

Logiciel SIMCLIMAT

Documents

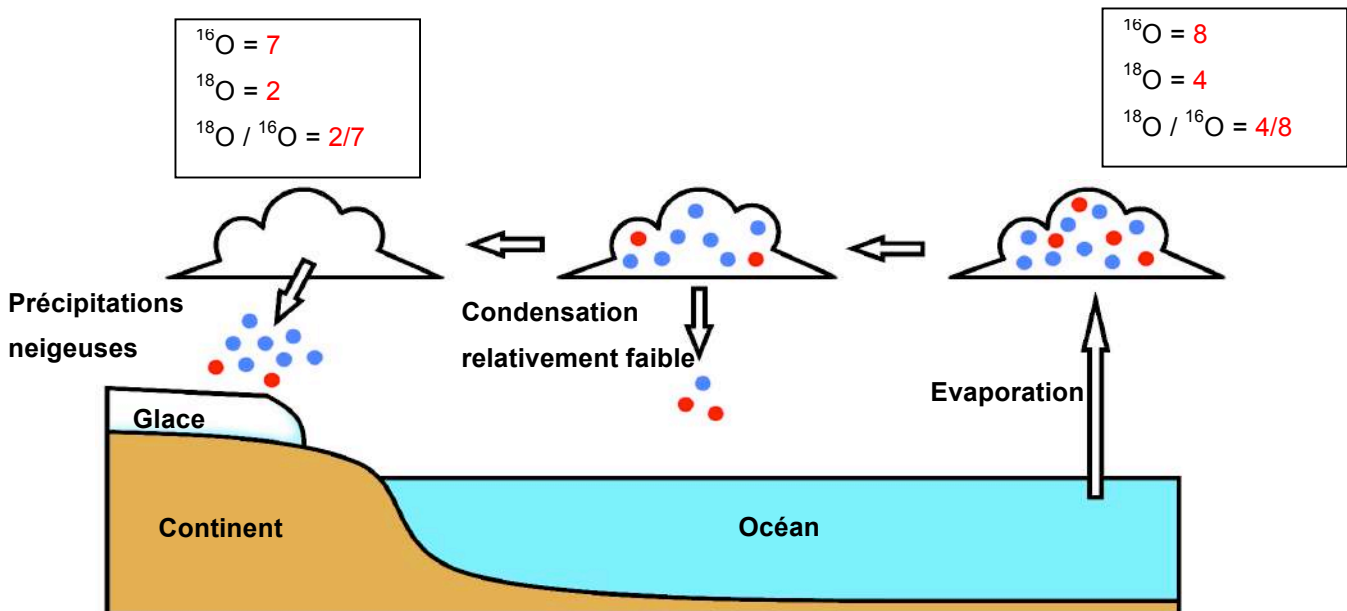
### LE PRINCIPE D'UTILISATION DU RAPPORT ISOTOPIQUE $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$

1) À partir du logiciel  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  compléter les schémas et le tableau suivants :

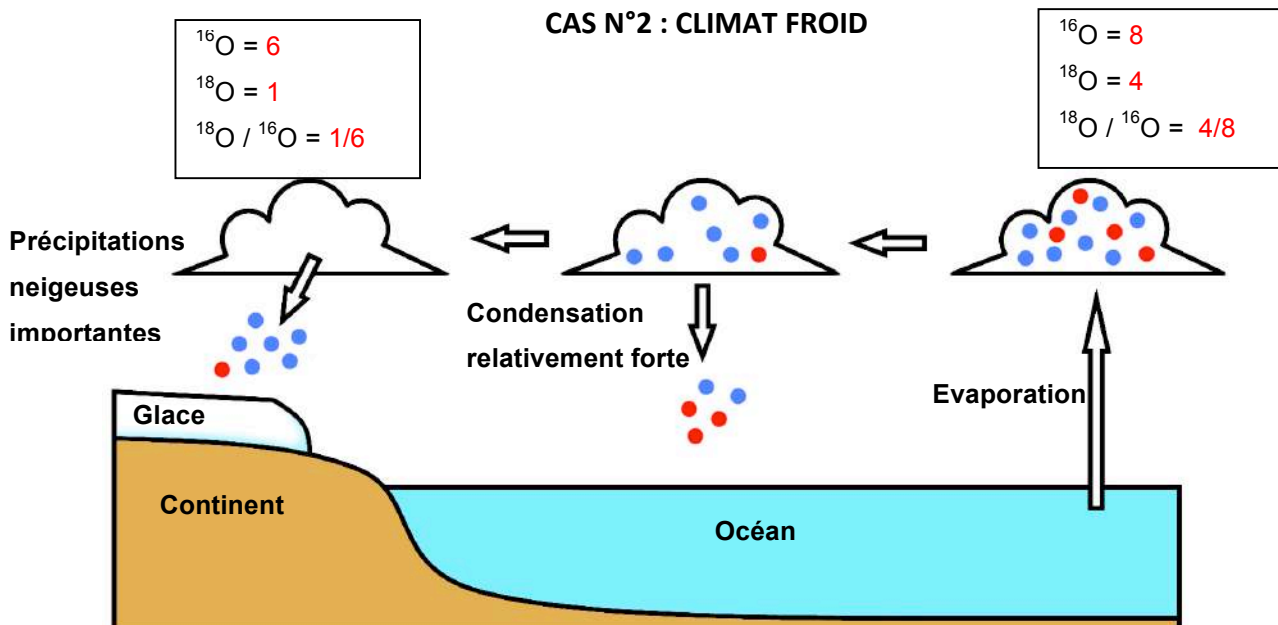
●  $^{16}\text{O}$

●  $^{18}\text{O}$

#### CAS N°1 : CLIMAT CHAUD



#### CAS N°2 : CLIMAT FROID

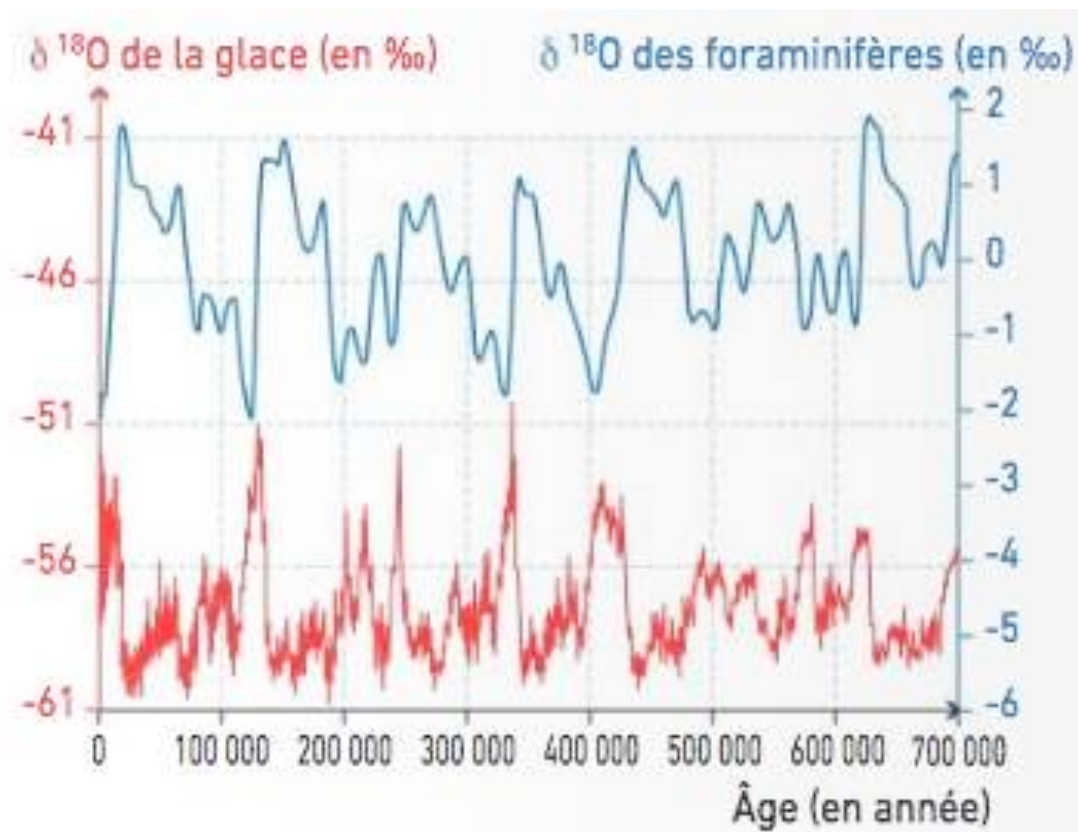


Compléter le tableau afin d'indiquer si le rapport isotopique  $^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$  augmente ou diminue

$^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$	Refroidissement	Réchauffement
Glace	Diminue	Augmente
Eau des océans	Augmente	Diminue
Squelette carbonaté des foraminifères	Augmente	Diminue

2) A partir du document suivant, justifier l'existence d'une période glaciaire de -120 000 ans à -10 000 encadrée par deux périodes interglaciaires (réchauffement) plus courtes

Evolution du  $\delta^{18}\text{O} = ^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$  des Foraminifères et de la glace au cours des 700 000 dernières années



Réponse :

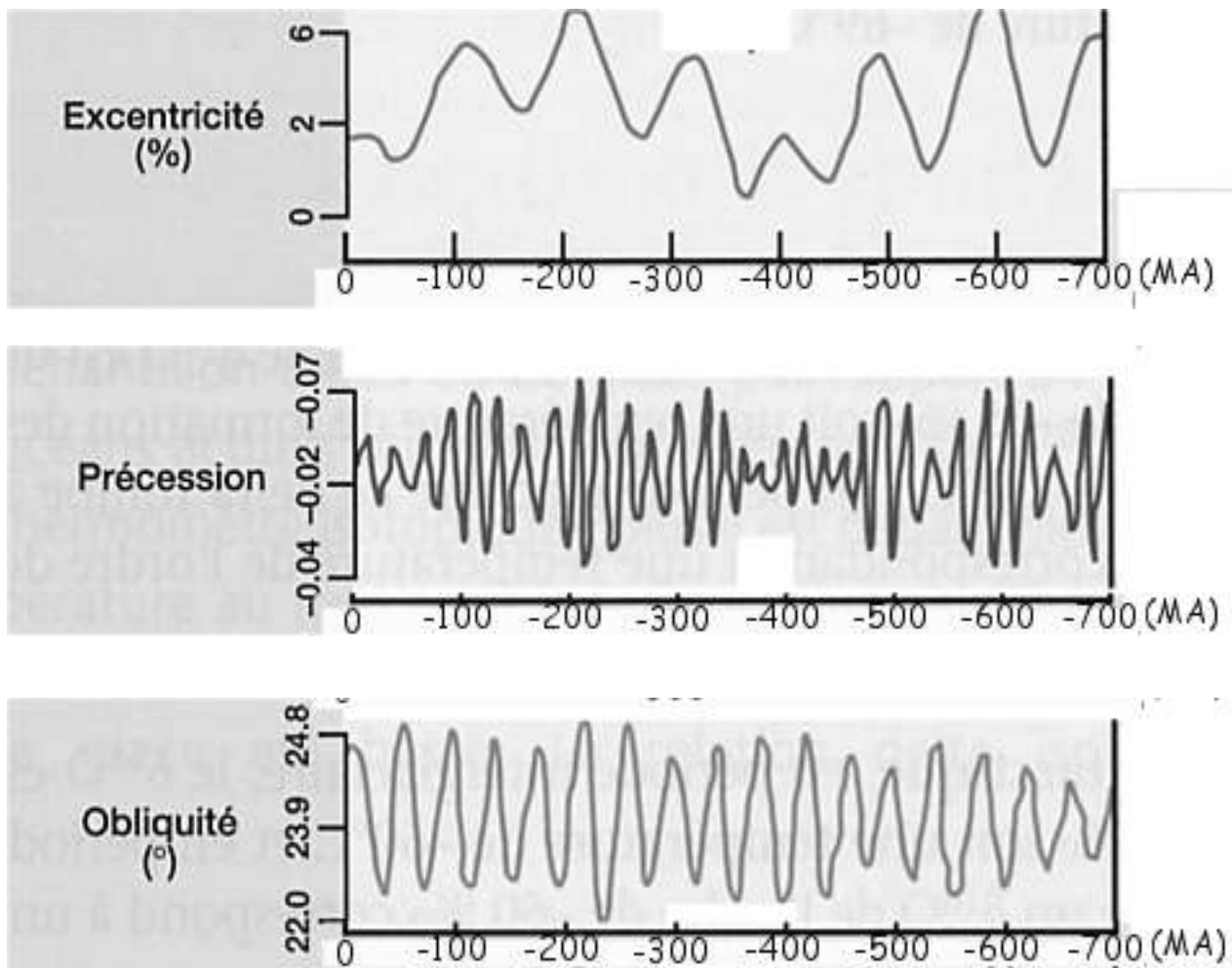
De -120 000 à -10 000 ans : le delta O18 des foraminifères augmente (-2 à + 1,5) et celui de la glace diminue (-51 à -61) : c'est donc un période glaciaire de refroidissement.

Juste avant -120 000 ans et juste après -10 000 ans : le delta O18 des foraminifères diminue (+1,5 à -2) et celui de la glace augmente (-60 à -51) : ce sont donc des périodes de réchauffement interglaciaires d'environ 10 000 ans

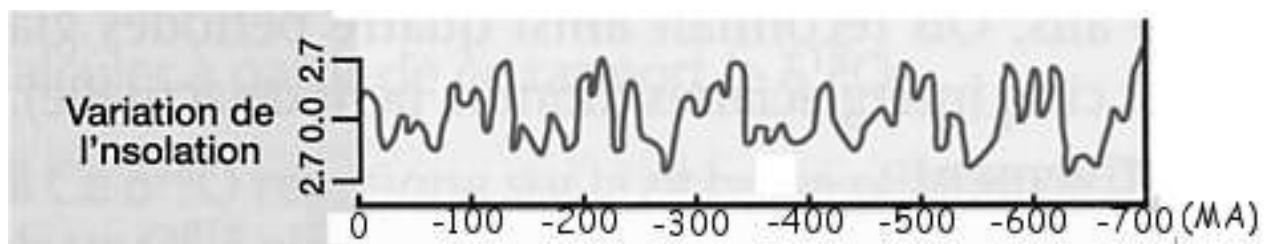
## COMMENT EXPLIQUER LES VARIATIONS CLIMATIQUES AU COURS DES 700 000 DERNIÈRES ANNÉES ?

Vidéo à voir : les paramètres de Milankovic

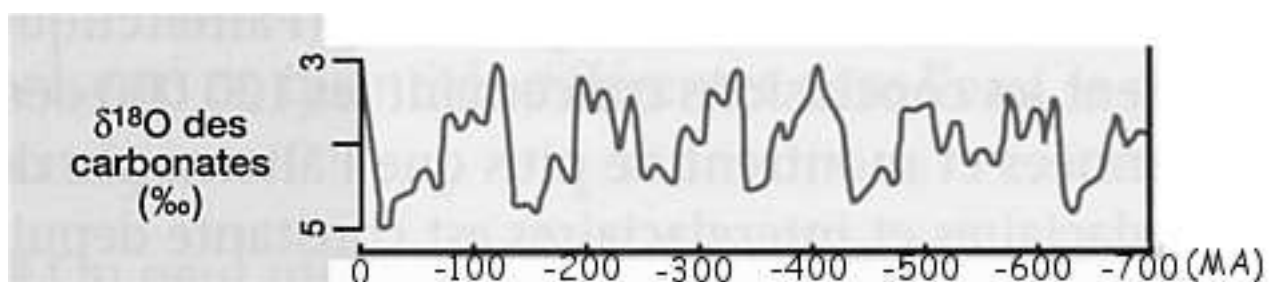
### Document 1 Variations périodiques de 3 paramètres orbitaux de la Terre



### Document 2 Variations d'insolation reçue par la Terre (65° de latitude Nord) déduites des variations périodiques des paramètres orbitaux.



### Document 3 Evolution du delta <sup>18</sup>O des carbonates



1) A l'aide du calque distribué et de couleurs différentes (excentricité en rouge, obliquité en vert, précession en bleu, delta  $^{18}\text{O}$  des carbonates en noir) superposer les courbes du **document 1** (paramètres orbitaux) avec celle du **document 3** (delta  $^{18}\text{O}$  des carbonates).

2) Emettre une hypothèse sur les causes des variations climatiques déduites de l'étude du delta  $^{18}\text{O}$  des carbonates.  
Rappel: une augmentation du delta  $^{18}\text{O}$  des carbonates traduit une diminution de la température.

Les périodes des changements climatiques et de l'excentricité sont voisines → ce paramètre orbital pourrait influencer le climat suivant des cycles de 100000 ans.

Une excentricité maximale correspondrait à une période chaude, une excentricité minimale à une période glaciaire  
 A l'intérieur de chaque période de 100 000 ans on observe des variations climatiques plus faibles qui pourraient être dues aux variations périodiques de l'obliquité et de la précession.

3) A l'aide du calque, confronter la courbe théorique des variations d'insolation calculée à partir des paramètres orbitaux (**document 2**) à la réalité des données isotopiques déduites des carbonates (**document 3**).

On constate que les périodes froides (delta O18 élevé) sont toujours corrélées à des diminutions de l'insolation reçue par la Terre. C'est l'inverse pour les périodes chaudes.

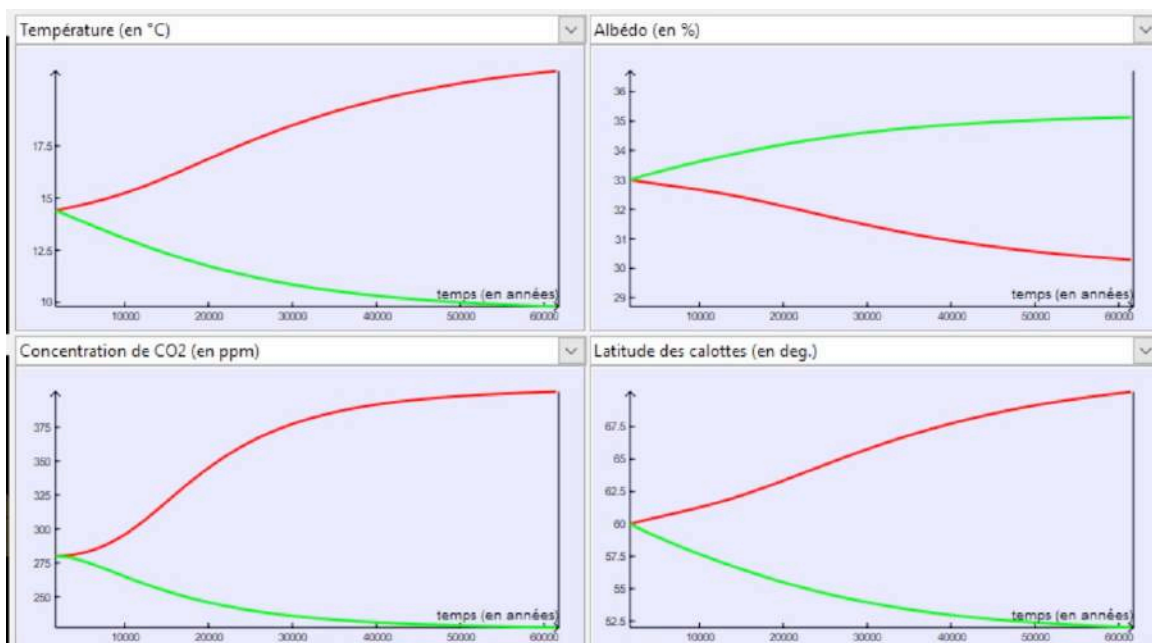
On peut donc émettre l'hypothèse d'une influence directe des variations des paramètres orbitaux sur les changements climatiques.

Utiliser le logiciel SIMCLIMAT (voir la fiche technique) afin de mettre en évidence l'influence d'un paramètre orbital : l'obliquité sur l'évolution de différents paramètres : la T°C, l'albédo, la concentration en CO<sub>2</sub> et la latitude des calottes glaciaires

**Capture d'écran de vos courbes à imprimer et coller**

Rouge : obliquité maximale

Vert : obliquité minimale

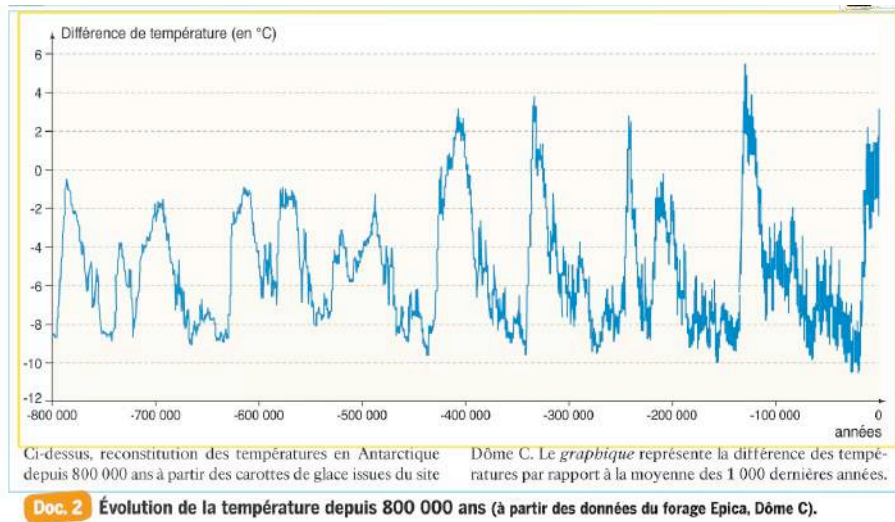


**Tableau à compléter :**

Variations de :	T°C	Albédo	CO <sub>2</sub>	Latitude des calottes
Obliquité <b>maximale</b>	+ 5°C	Diminue	Augmente	Diminution de l'extension
Obliquité <b>minimale</b>	- 5°C	Augmente	Diminue	Augmentation de l'extension

## Mise en évidence de 2 mécanismes amplificateurs

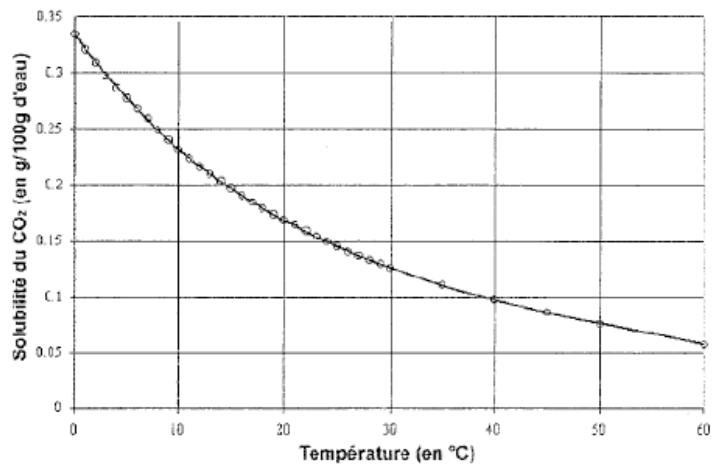
Les modifications des paramètres orbitaux de la Terre entraînent des variations moyennes d'insolation comprises entre 342.5 et 343.1 W/m<sup>2</sup>, ce qui devrait se traduire par des écarts de T° moyenne sur Terre de 0.5 °C maximum. Ces faibles variations de T°C sont en contradiction avec vos résultats précédents ainsi que la courbe suivante.



*A l'aide des documents suivants, montrer que les petites variations de température (à la hausse ou à la baisse) initiées par les variations des paramètres orbitaux de la Terre sont **AMPLIFIÉES** par 2 facteurs : le taux de CO<sub>2</sub> et l'albédo*

### Solubilité du CO<sub>2</sub> dans l'eau en fonction de la Température

Moins le CO<sub>2</sub> est soluble dans l'eau, plus il a tendance à diffuser vers l'atmosphère. Inversement plus il est soluble dans l'eau, plus le CO<sub>2</sub> atmosphérique diffuse dans l'eau  
Le CO<sub>2</sub> est un gaz à effet de serre : il augmente la T°C à la surface de la Terre



### Calotte glaciaire, banquise et albédo de la Terre

	Surface calotte glaciaire + banquise d'été dans l'hémisphère nord
-20 000 ans: dernier maximum glaciaire	20. 10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup>
Actuel	5. 10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup>

Surfaces	Albédo (%)
Neige fraîche	75 à 95
Neige tombée depuis plusieurs jours	40 à 70
Océan	5 à 15
Sable sec	25 à 45
Forêt tropicale	10

**Albédo**: rapport entre l'énergie solaire réfléchiée par une surface sur l'énergie solaire incidente (qui "frappe" la surface).

Paramètres orbitaux à l'origine d'une **petite diminution de température (-0.5°C)**

Baisse de la température de l'eau

Mise en place de la calotte glaciaire

CO<sub>2</sub> davantage soluble dans l'eau

Augmentation de la surface blanche  
donc augmentation de l'albédo

Diminution du CO<sub>2</sub> atmosphérique

Augmentation de l'énergie solaire  
réfléchie

Diminution de l'effet de serre

Diminution de la température  
terrestre

Diminution de la Température

**INSTALLATION D'UNE PERIODE GLACIAIRE**

Mécanisme  
amplificateur

Mécanisme  
amplificateur

Paramètres orbitaux à l'origine d'une **petite augmentation de température (+ 0,5°C)**

Augmentation de la température

Fonte de la calotte glaciaire

CO<sub>2</sub> moins soluble dans l'eau

Diminution de la surface blanche  
donc diminution de l'albédo

Augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique

Diminution de l'énergie solaire  
réfléchie

Augmentation de l'effet de serre

Augmentation de la température  
terrestre

Augmentation de la Température

**INSTALLATION D'UNE PERIODE INTER GLACIAIRE**

Mécanisme  
amplificateur

Mécanisme  
amplificateur