

**CORRECTION**

Nous avons vu que les paramètres astronomiques sont les facteurs déclencheurs des variations de température de la Terre ( $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ). Seulement, ils n'expliquent pas à eux seuls l'ampleur des variations observées ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ).

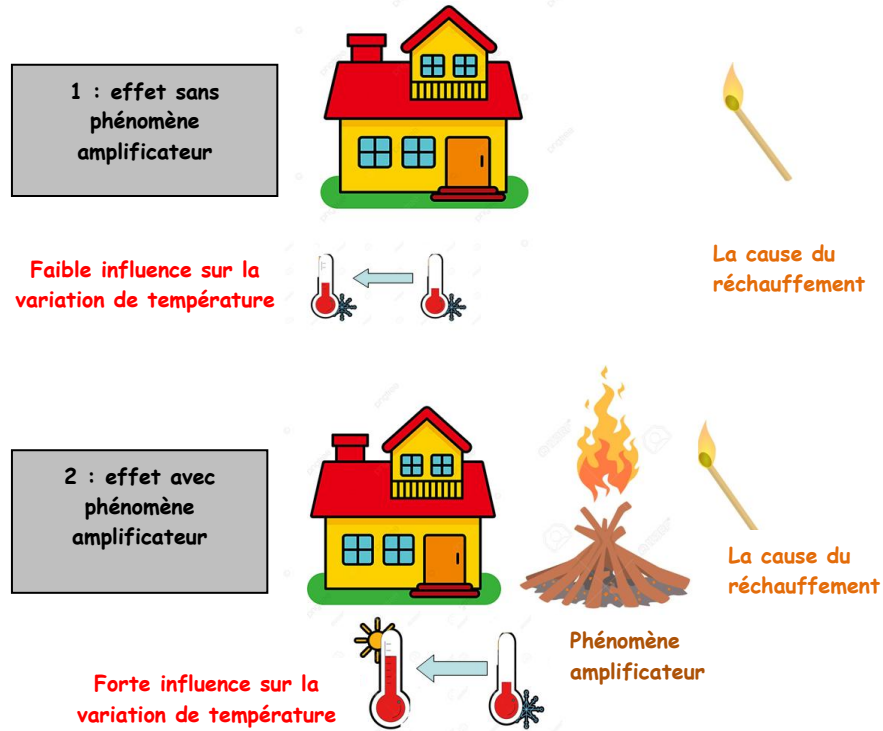
Les variations de température initiales sont amplifiées par 2 phénomènes :

- la teneur en  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère

- l'albédo moyen du globe

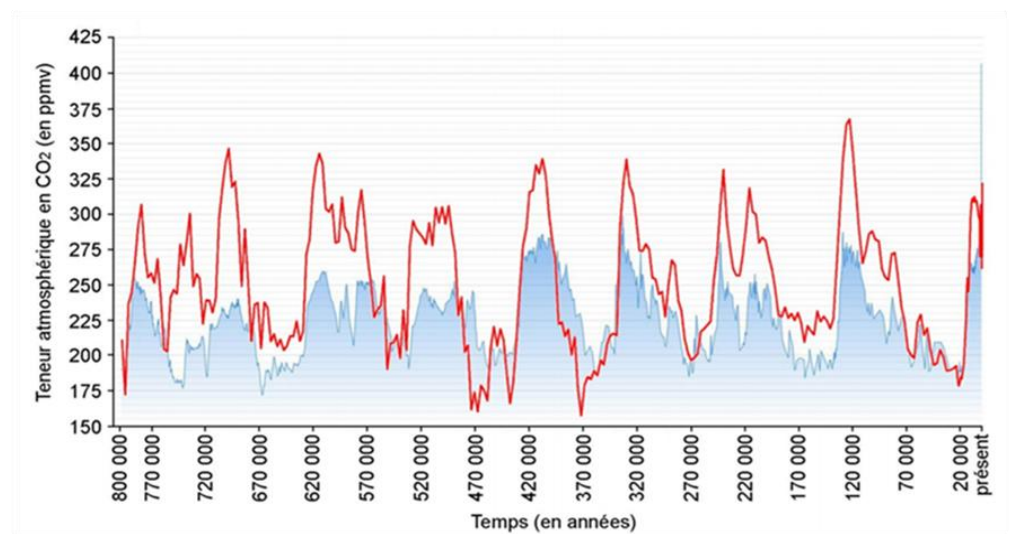
**Document ressource : Notion de phénomène amplificateur**

Un phénomène amplificateur est un facteur qui augmente rapidement et fortement un effet initial.



**Objectif général :** On cherche à comprendre les modes d'action des phénomènes amplificateurs sur les variations de température.

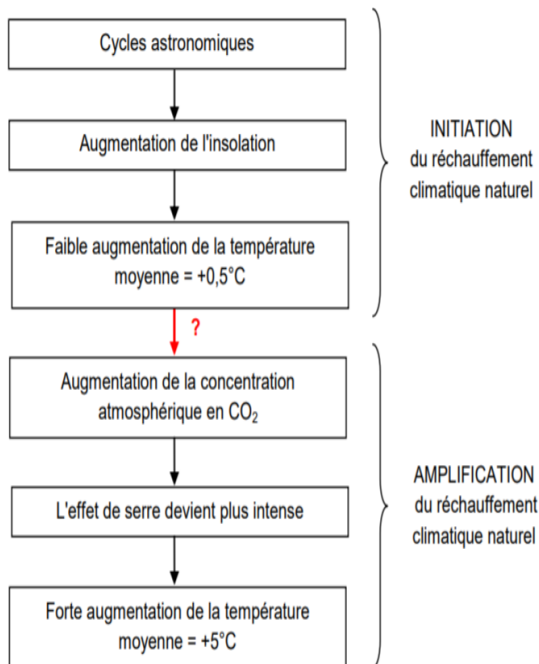
Pour chacune des phases d'entrée et de sortie de glaciation, on peut constater qu'il existe un léger décalage entre l'évolution de la température et celle de  $\text{CO}_2$  atmosphérique. La température varie toujours brutalement (augmente ou diminue) un peu avant le changement de la teneur en dioxyde de carbone atmosphérique. Il s'agit donc de l'hypothèse



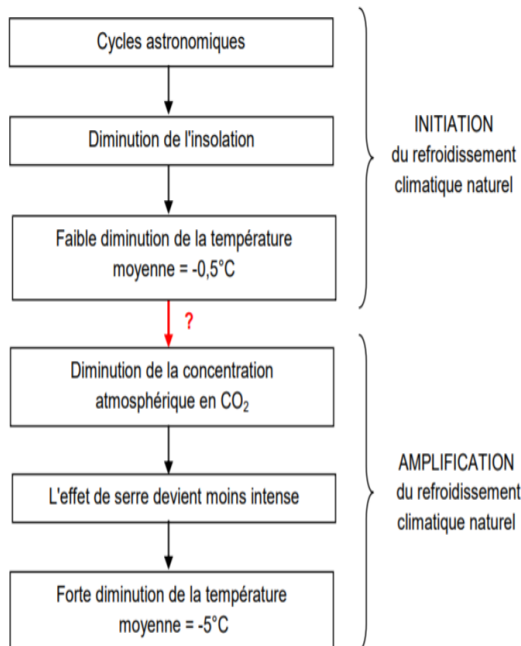
Evolution de la température (courbe rouge) et de la teneur atmosphérique en  $\text{CO}_2$  (courbe bleue) depuis 800 000 ans.

On distingue une forte corrélation : globalement, quand le taux de  $\text{CO}_2$  augmente, la température augmente et quand le taux de  $\text{CO}_2$  diminue la température diminue. Cela est logique, la quantité de  $\text{CO}_2$  atmosphérique module l'effet de serre et donc la température.

**Dans le cas d'un réchauffement climatique**  
(passage d'une période glaciaire à une période interglaciaire)



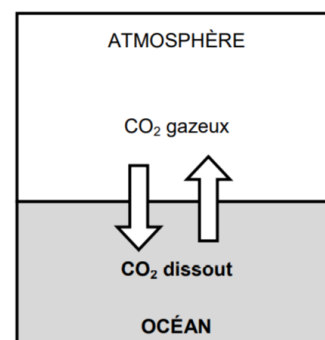
**Dans le cas d'un refroidissement climatique**  
(passage d'une période interglaciaire à une période glaciaire)



Mais, comment la légère variation de la température provoquée par les cycles astronomiques peut-elle entraîner une augmentation ou une diminution de la teneur atmosphérique en CO<sub>2</sub> ?

## 1<sup>ère</sup> partie : Rôle tampon des océans et teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique

Depuis la révolution industrielle, seule la moitié des émissions humaines de CO<sub>2</sub> s'est accumulée dans l'air. Le reste s'est dissout dans les océans. Donc, les océans ont été capables d'absorber du CO<sub>2</sub>. Les océans peuvent donc absorber, mais aussi rejeter du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

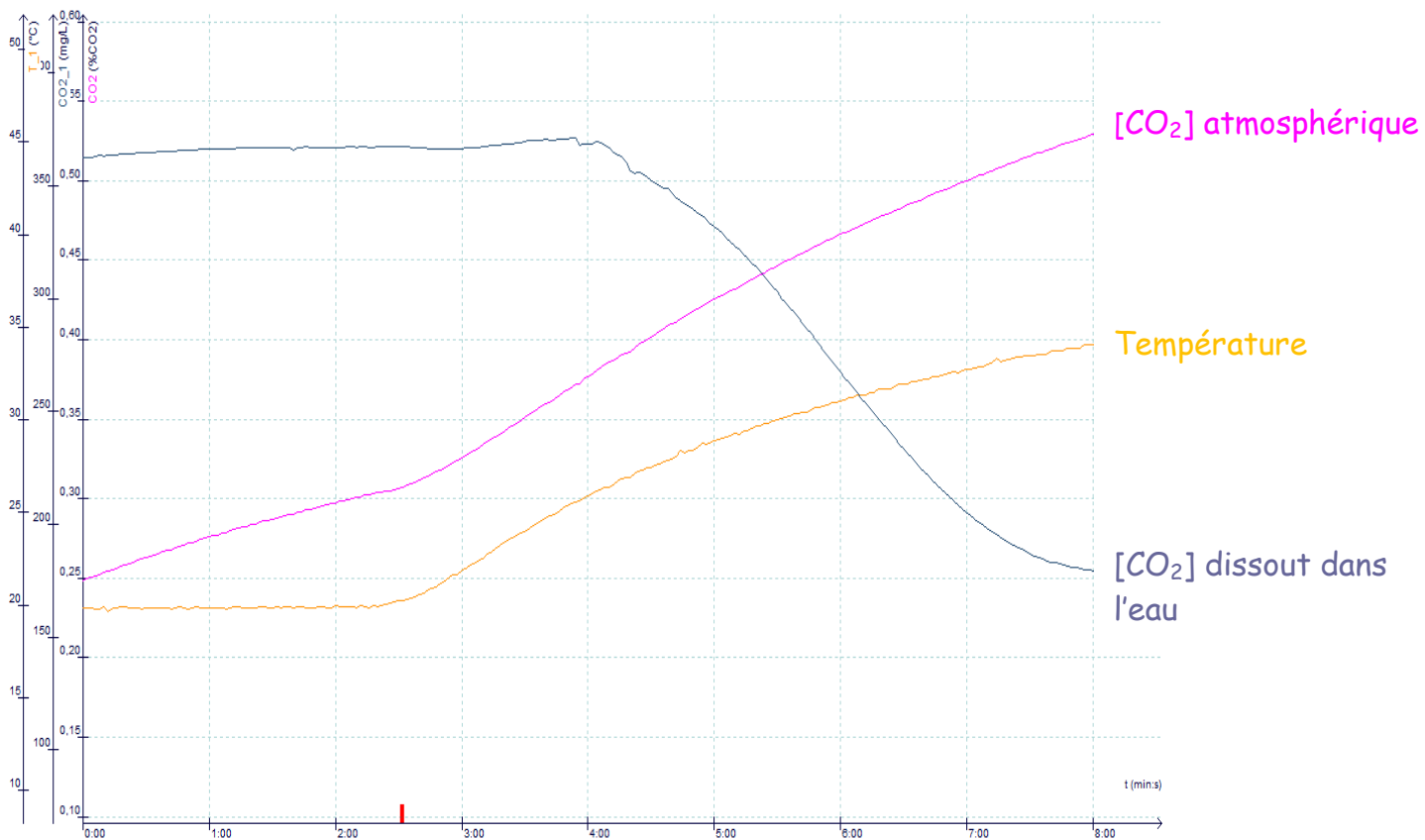


**Objectif 1** : On cherche à montrer, par une mesure ExAO, qu'une augmentation de la température de l'eau influence sa teneur en CO<sub>2</sub> et donc celle de l'atmosphère.

1 - **Proposer** une démarche de résolution réaliste qui permette de montrer que la température de l'eau influence sa teneur en CO<sub>2</sub> (ce que je fais, comment je fais, ce que j'attends).

On va mesurer la teneur en CO<sub>2</sub> grâce à une sonde ExAO à CO<sub>2</sub> dans de l'eau gazeuse en la chauffant. Si la teneur en CO<sub>2</sub> de l'eau diminue lorsque la température augmente alors on pourra avancer que plus l'eau est chaude et plus elle dégaze du CO<sub>2</sub> et inversement.

### 3- Communiquer vos résultats sous la forme la plus judicieuse (pas de texte accepté).

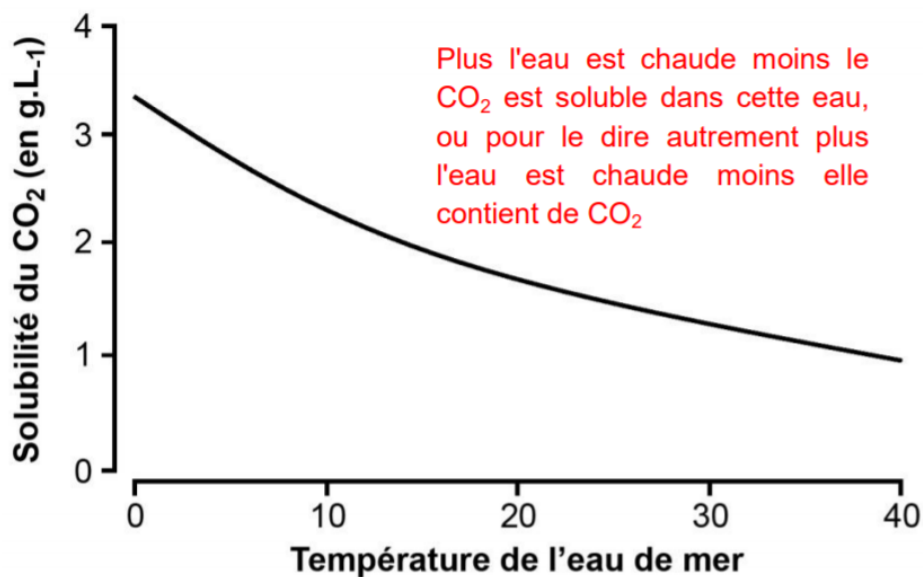


Graphique montrant l'évolution de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'air et de l'eau et de la température en fonction du temps

### 4- Exploiter vos résultats afin de répondre à l'objectif.

On peut donc constater que plus la température de l'eau augmente, moins elle contient de dioxyde de carbone (donc moins le CO<sub>2</sub> peut s'y dissoudre) donc on en déduit que lorsque l'eau est chaude, elle libère plus de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, ce qui augmente la quantité de GES atmosphérique et donc amplifie l'effet de serre et donc entraîne un réchauffement. Et inversement pour l'eau froide.

la quantité de CO<sub>2</sub> dissous est fonction de la température de l'eau :



## 2<sup>ème</sup> partie : L'importance de l'albédo du globe

Un autre paramètre important varie entre une période glaciaire et une période interglaciaire : la surface occupée par les glaciers (glaciers terrestres et banquises) ce qui modifie l'albédo moyen de la Terre.

Vous avez vu, en enseignement scientifique, que l'albédo joue un rôle important dans l'énergie solaire absorbée par la Terre.

Pour rappel, l'albédo est le rapport entre le rayonnement solaire reçu et le rayonnement solaire réfléchi. Plus l'albédo augmente, plus le corps réfléchit la lumière (moins il absorbe de l'énergie, moins il se réchauffe).

**Objectif 2** : On cherche à montrer qu'une variation de l'albédo moyen du globe modifie la température moyenne de la Terre.

5- A partir des documents de l'annexe 1 et du fichier « TP11 albédo » dans « mes documents, devoirs, Ducroix », montrer qu'une variation de l'albédo moyen du globe a une répercussion sur la température moyenne de la Terre.

	Albédo	Température d'équilibre	Température réelle
L'albédo moyen de la planète Terre et sa température d'équilibre - Epoque actuelle	0,31	- 19°C	15
L'albédo moyen de la planète Terre et sa température d'équilibre - Würm (- 20 000 ans)	0,36	- 24,5 °C	9,59

Calcul des températures d'équilibre de la Terre dans diverses situations

Plus l'albédo est fort et plus la quantité de rayons solaires réfléchis par la surface du globe est forte donc il y a moins d'énergie solaire absorbée par le globe ce qui entraîne une baisse de la température.

Plus l'albédo est faible et plus la température du globe augmente car peu de rayons solaires sont réfléchis.

**En bilan :**

Construire 1 schéma-bilan fonctionnel (cases et flèches) montrant le rôle amplificateur des océans ET de l'albédo sur les variations climatiques dans le cas d'un réchauffement (sortie en période glaciaire). Vous partirez du facteur initiateur : les paramètres astronomiques et votre schéma se partagera en 2 parties.

Vous accompagnerez votre schéma d'un bilan court rédigé résumant les modes d'action des phénomènes amplificateurs sur les variations de température.

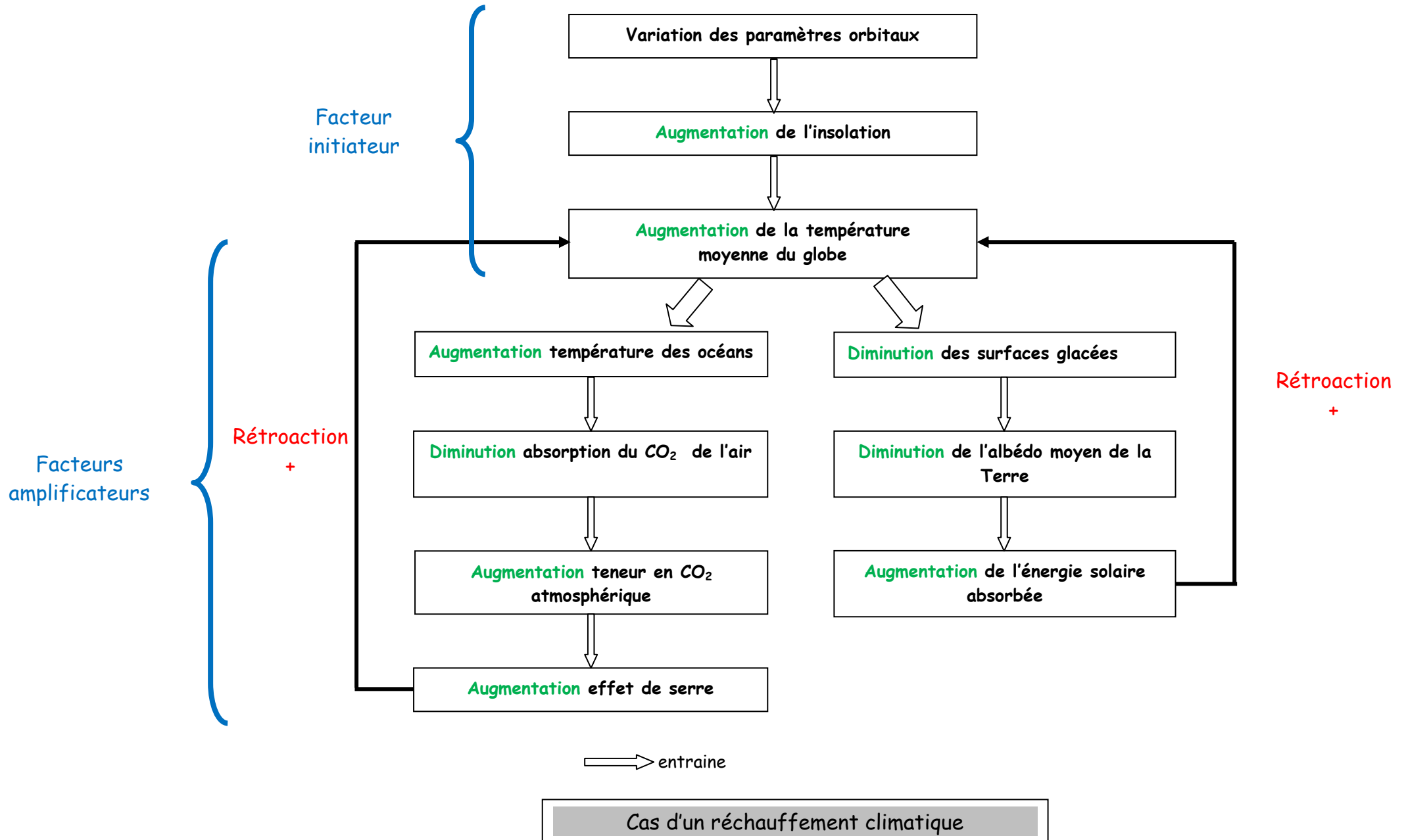
A la sortie d'une période de glaciation enclenchée par les paramètres orbitaux, la température moyenne du globe augmente légèrement donc :

- la température des océans augmente aussi et ils libèrent davantage de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. La teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique augmente donc ce qui augmente l'effet de serre et augmente la température moyenne du globe

- la glace fond un peu ce qui diminue la proportion de surface claire, donc l'albédo moyen diminue et le sol absorbe plus d'énergie solaire. La T°C augmente donc plus de glace fond, donc plus d'albédo diminue et ainsi de suite ....

Teneur en CO<sub>2</sub> dans l'eau et albédo sont donc des facteurs amplificateurs des variations climatiques enclenchées par les facteurs astronomiques.

# Schéma bilan du rôle des 2 facteurs amplificateurs des variations climatiques



## **Bilan :**

\* Les cycles de Milankovitch modifient la quantité d'énergie solaire reçue à la surface du globe de  $0,5 \text{ W/m}^2$  (sur  $342,5$ ) et **initient les variations mondiales** du climat. Cette variation de l'insolation moyenne de la Terre ne devrait entraîner que des variations de la température moyenne de  $0,5^\circ\text{C}$ . Or, il y a  $5^\circ\text{C}$  d'écart entre une période glaciaire et une période interglaciaire. Il existe donc **d'autres phénomènes qui amplifient** la variation climatique initiée par les cycles astronomiques.

\* **Comme facteurs amplificateurs, on distingue :**

- **l'albédo** : c'est le **pouvoir réfléchissant d'une surface**. Plus il est grand et moins la surface se réchauffe. Il est lié à **l'asymétrie des masses continentales entre les 2 hémisphères** et à **la nature du sol** (glace, forêt, sable, eau...). Lorsque la température mondiale diminue, la Terre entre en période glaciaire, la **formation de glace est favorisée** ce qui **augmente l'albédo** moyen de la Terre donc **l'énergie solaire est davantage réfléchie** ce qui contribue à l'amplification du refroidissement : c'est une **rétroaction positive**.

- **la solubilité du  $\text{CO}_2$  dans l'eau de mer** : lorsque la température diminue, le  $\text{CO}_2$ , dont la solubilité dans l'eau dépend de la température, est davantage absorbé par les océans, ce qui diminue l'effet de serre **et renforce le refroidissement de la planète** : c'est une **rétroaction positive**.

- **la fonte du pergélisol aux hautes latitudes (hors programme)** : Le pergélisol est un sol constamment gelé. En fondant, il libère des gaz à effet de serre (GES) :  $\text{CO}_2$  et méthane ( $\text{CH}_4$ ) ce qui augmente l'intensité de l'effet de serre donc l'air se réchauffe ce qui accentue encore la fonte du pergélisol.

\* Lorsque les variations cycliques des paramètres orbitaux entraînent **une augmentation de la quantité d'énergie thermique reçue par la Terre**, l'effet est inverse (le  $\text{CO}_2$  sort des océans et l'albédo diminue), la Terre sort de la glaciation précédente et entre en période interglaciaire.

**Schéma-bilan : Voir celui construit dans le TP13**