

## Éléments de correction : TP complémentaire : les rétrocontrôles climatiques

### Activité 1 : rétrocontrôle lié à l'albédo

1. La température globale diminue progressivement. Le climat évolue vers un état plus froid, proche d'une période glaciaire.
2. La surface des glaces augmente lorsque la température baisse. Les calottes glaciaires s'étendent.
3. Les glaces sont des surfaces claires : elles réfléchissent une grande partie du rayonnement solaire. Lorsque leur surface augmente, l'albédo terrestre augmente.
4. Schéma complété :

**refroidissement → augmentation des glaces → augmentation de l'albédo → refroidissement amplifié**

5. C'est un **rétrocontrôle positif**, car il amplifie la perturbation initiale. Une baisse de température entraîne une extension des glaces, qui augmente l'albédo, ce qui accentue encore le refroidissement.

### Activité 2 : suppression du rétrocontrôle de l'albédo

1. Lorsque l'albédo est maintenu constant, le refroidissement est moins important que dans la simulation avec tous les rétrocontrôles actifs.
2. Tableau comparatif :

Paramètre observé	Albédo variable	Albédo constant
Température globale	Forte diminution	Diminution plus faible
Surface des glaces	Forte augmentation	Augmentation plus limitée
Niveau marin	Forte baisse	Baisse plus faible

3. Les variations climatiques sont **plus faibles** lorsque l'albédo reste constant.
4. L'albédo des glaces joue donc un rôle amplificateur. Quand les glaces s'étendent, elles augmentent l'albédo terrestre, ce qui renforce le refroidissement. C'est un rétrocontrôle positif.

### Activité 3 : rétrocontrôle du CO<sub>2</sub>

1. Lorsque le rétrocontrôle du CO<sub>2</sub> est supprimé, la baisse de température est moins importante que dans la simulation 1.
2. La concentration en CO<sub>2</sub> atmosphérique reste globalement constante, car le puits océanique de carbone ne varie plus avec la température.
3. Un océan plus froid dissout davantage de CO<sub>2</sub>. Lors d'un refroidissement, une partie du CO<sub>2</sub> atmosphérique est donc davantage absorbée par l'océan.
4. Schéma complété :

**refroidissement → augmentation du CO<sub>2</sub> dissous dans l'océan → diminution du CO<sub>2</sub> atmosphérique → diminution de l'effet de serre → refroidissement amplifié**

5. Le CO<sub>2</sub> agit sur la température globale car c'est un gaz à effet de serre. Moins il y a de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, plus l'effet de serre diminue, ce qui favorise le refroidissement.

### Exemple de bilan :

Les paramètres orbitaux modifient la répartition de l'énergie solaire reçue par la Terre. Cette modification est faible, mais elle peut être amplifiée par des rétrocontrôles positifs.

Lors d'un refroidissement, les glaces s'étendent. Cela augmente l'albédo terrestre : une plus grande partie de l'énergie solaire est réfléchie vers l'espace. La Terre absorbe donc moins d'énergie, ce qui amplifie le refroidissement.

En parallèle, les océans plus froids absorbent davantage de CO<sub>2</sub>. La concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> diminue, ce qui réduit l'effet de serre et accentue encore le refroidissement.

Ainsi, de faibles variations orbitales peuvent entraîner d'importantes variations climatiques grâce aux rétrocontrôles positifs liés à l'albédo et au CO<sub>2</sub>.