PHYSIQUE-CHIMIE · ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE TLE / COURS

La complexité du système climatique

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

01 Le problème

En 2023, l'hiver a parfois été froid en France, et pourtant on parle de réchauffement. La mer monte de quelques millimètres par an : d'où vient cette eau ? Et pourquoi, même si l'on arrêtait d'émettre du CO_2 demain, le climat continuerait-il à changer ?

01 L'idée : la marmite sur le feu

Tu poses une grande marmite d'eau sur le feu. Tu montes le feu : l'eau ne bout pas tout de suite, il lui faut du temps. Si tu baisses le feu, l'eau reste chaude encore longtemps. L'océan est cette marmite : il stocke la chaleur, ce qui ralentit le réchauffement de l'air, mais rend le climat très lent à revenir en arrière.

01 Météo et climat

La **météo** décrit l'état de l'atmosphère à un instant et en un lieu. Le **climat** est la moyenne de ces états (température, précipitations, vents) sur une longue durée, en général 30 ans.

Depuis 1850, la température moyenne à la surface du globe a augmenté d'environ 1,2 °C. Ce chiffre est une moyenne sur toute la planète et sur plusieurs années : il ne se voit pas dans la météo d'un jour.

L'océan, réservoir de chaleur

L'océan a absorbé plus de 90 % de l'énergie supplémentaire due au renforcement de l'effet de serre. Il absorbe aussi environ un quart du CO_2 que nous émettons, ce qui l'acidifie.

Pourquoi la mer monte

Deux causes, à peu près du même ordre :

- la **dilatation thermique** : l'eau chauffée prend plus de place ;
- la **fonte des glaces continentales** (glaciers de montagne, calottes du Groenland et de l'Antarctique), qui ajoute de l'eau à l'océan.

La fonte de la banquise ne fait presque pas monter la mer : c'est de la glace qui flotte déjà, comme un glaçon dans un verre.

Les rétroactions

Une **rétroaction** est un effet qui agit en retour sur sa cause.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/ens-scientifique-terminale/atmosphere-et-climat/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

- **Positive** : elle amplifie la perturbation (fonte des glaces et baisse de l'albédo, vapeur d'eau supplémentaire dans une atmosphère plus chaude, dégel du pergélisol qui libère du méthane).
- **Négative** : elle l'atténue (une Terre plus chaude rayonne davantage vers l'espace).

L'inertie du climat

Le CO_2 émis reste dans l'atmosphère pendant des siècles, et l'océan met des décennies à se mettre en équilibre. Le climat réagit donc avec retard à nos émissions, et la mer continuera de monter longtemps après qu'elles auront baissé.

Exemple guidé

Les 700 premiers mètres de l'océan se réchauffent de 0,5 °C. L'eau se dilate d'environ 2×10^{-4} de son volume par degré. De combien le niveau de la mer monte-t-il, par ce seul effet ?

1. **La variation relative de volume** : $2 \times 10^{-4} \times 0{,}5 = 1 \times 10^{-4}$.
2. **L'océan ne peut s'étendre que vers le haut** : la hauteur de la couche augmente dans la même proportion.
3. **La hausse** : $700 \times 1 \times 10^{-4} = 0{,}07\ \text{m}$, soit 7 cm.
4. **À comparer** : la mer monte aujourd'hui d'environ 4 mm par an, toutes causes confondues.

Une variation de température minuscule, appliquée à une masse d'eau immense, suffit à déplacer des centimètres de mer.

Retour au problème

Un hiver froid, c'est de la **météo**, sur quelques jours ; le réchauffement est une moyenne sur trente ans. La mer monte parce que l'océan se dilate et que les glaciers continentaux fondent. Et l'océan stocke tant de chaleur qu'il continuera à la restituer longtemps après l'arrêt des émissions.

Les pièges

- Météo d'un jour et climat sur 30 ans sont deux choses différentes.
- La banquise qui fond ne fait pas monter la mer ; les glaciers et calottes, si.
- Rétroaction positive ne veut pas dire « bonne nouvelle » : elle amplifie.
- Arrêter d'émettre n'arrête pas tout de suite le réchauffement.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/ens-scientifique-terminale/atmosphere-et-climat/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits