

Forçage radiatif et conséquences

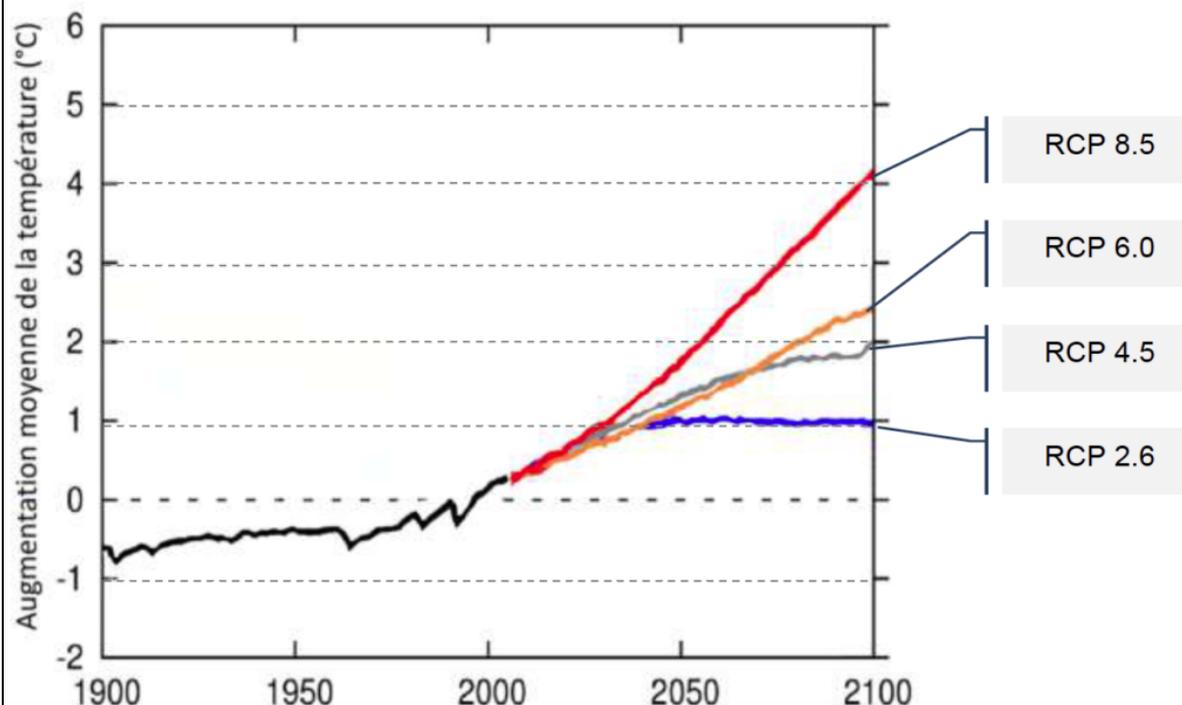
Enseignement scientifique Terminale

Durée 1h – 10 points – Thème « Science, climat et société »

L'Agence de la transition écologique (ADEME) publie en octobre 2020 une prévision des impacts climatiques à venir d'ici 2050 en France. Ces impacts concernent principalement l'augmentation des températures et les risques d'inondation qui en découlent.

L'objectif de cet exercice est de comprendre quelques effets sur le climat de la variation du forçage radiatif.

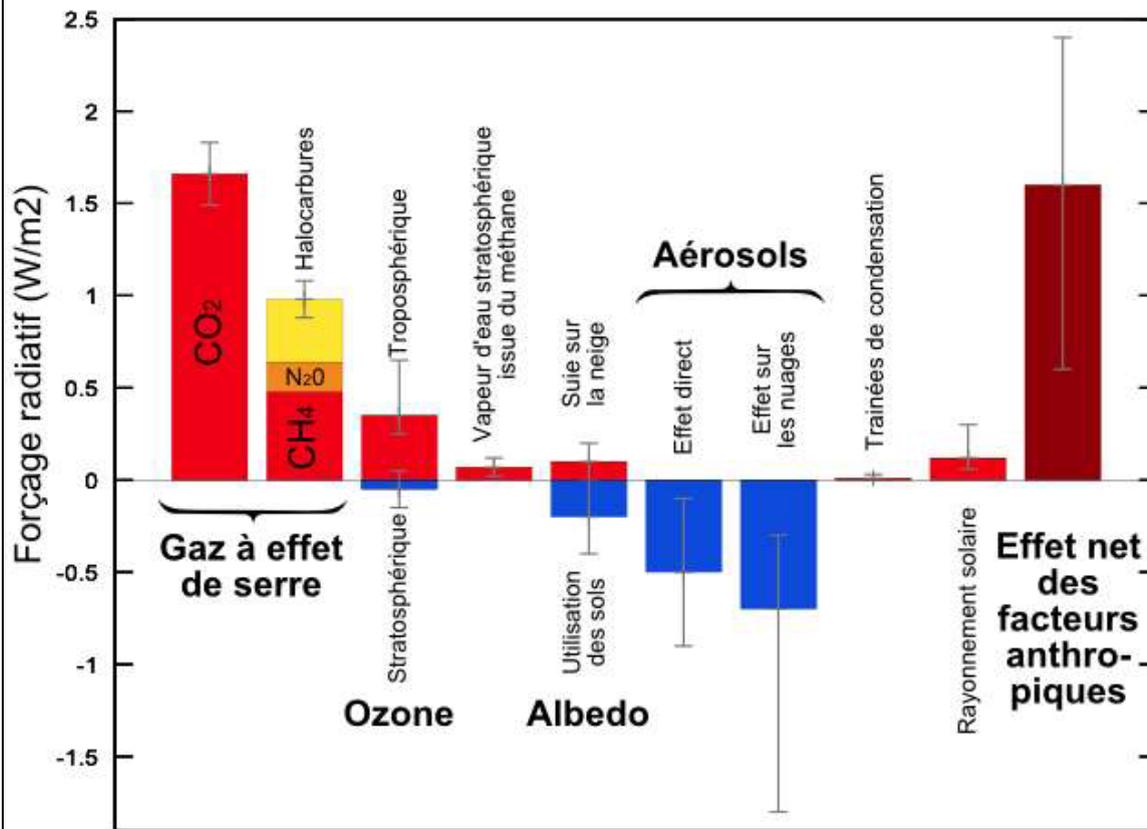
Document 1 : les scénarios RCP (pour *Representative Concentration Pathway*) sont quatre scénarios de trajectoire du forçage radiatif jusqu'à l'horizon 2100.



Chaque scénario RCP est caractérisé par un nombre qui correspond à une valeur d'élévation du forçage radiatif par unité de temps et de surface, exprimé en $W.m^{-2}$.

Source : d'après <https://www.climate-chance.org>

Document 2 : composantes du forçage radiatif terrestre



Source : Wikimedias

1.a Définir la notion de « forçage radiatif ».

Le forçage radiatif est un changement du bilan radiatif dans l'atmosphère : c'est la différence entre le rayonnement reçu et le rayonnement émis il s'exprime en $W \cdot m^{-2}$.

1.b Justifier que, par unité de temps et de surface terrestre, ce forçage radiatif s'exprime en $W \cdot m^{-2}$.

L'énergie s'exprime en joules J, l'énergie par unité de temps est une puissance qui s'exprime en Watt. La surface s'exprime en m^2 .

Ainsi, le forçage radiatif qui est l'énergie par unité de temps et de surface s'exprime en $W \cdot m^{-2}$.

1.c Expliquer en quoi le forçage radiatif est lié à la variation de la température terrestre.

Le forçage radiatif est la différence entre le rayonnement reçu et le rayonnement émis. Cette différence d'énergie est essentiellement stockée par les océans, mais également par l'air et les sols : cela conduit à une variation de la température terrestre.

2. Expliquer les causes de l'augmentation du forçage radiatif depuis la révolution industrielle (1850).

Depuis la révolution industrielle (1850) notre consommation d'énergie avec usage des énergies fossiles et donc notre production de gaz à effet de serre ne cesse d'augmenter cela constitue les causes de l'augmentation du forçage radiatif.

3. On analyse l'effet du forçage radiatif sur le niveau des océans.

En tenant compte uniquement de la dilatation des océans, estimer la variation du niveau marin Δe à l'échelle du globe, en 2100, pour un RCP 4.5, qui correspond aux accords de Paris, à l'aide des données ci-dessous.

Données :

La variation ΔV d'un volume V_0 d'eau est proportionnelle à la variation de température ΔT : $\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta T$ avec le coefficient de dilatation thermique de l'eau : $\beta = 2,6 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

La surface totale des océans : $S = 360 \times 10^6 \text{ km}^2$;

L'épaisseur de la couche superficielle océanique concernée : $e = 300 \text{ m}$.

$$\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta T$$

Or en considérant la surface constante, la variation ΔV d'un volume V_0 s'exprime en fonction de la surface et de la différence d'épaisseur : $\Delta V = S \cdot e$

Avec $V_0 = S \cdot e$

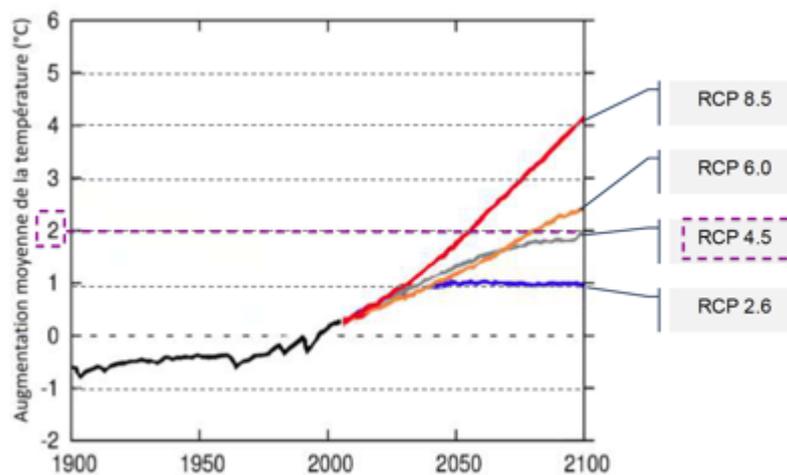
Ainsi,

$$S \cdot \Delta e = \beta \cdot S \cdot e \cdot \Delta T$$

$$\Delta e = (\beta \cdot S \cdot e \cdot \Delta T) / S$$

$$\Delta e = \beta \cdot e \cdot \Delta T$$

$\Delta T = 2$ en 2100, pour un RCP 4.5



$$\Delta e = 2,6 \times 10^{-4} \times 300 \times 2$$

$$\Delta e = 0,156 \text{ m} = 15,6 \text{ cm}$$

4. À l'effet de la dilatation thermique, s'ajoutent d'autres causes qui pourraient conduire à une élévation du niveau des océans de l'ordre du mètre.

Une telle élévation du niveau des océans aurait des conséquences sur l'environnement :

- L'intrusion d'eau salée dans les sources d'eau douce proches des côtes
- La destruction d'écosystèmes côtiers

Une telle élévation du niveau des océans aurait des conséquences sur les activités humaines :

- la disparition de territoires proches des côtes de basse altitude
- la perte de patrimoine
- un déplacement de populations

Présenter les conséquences sur l'environnement et les activités humaines qu'aurait une telle élévation du niveau des océans.

Un des paramètres qui influe sur le forçage radiatif est l'albédo terrestre moyen. On rappelle que l'albédo d'une surface correspond au rapport de l'énergie lumineuse réfléchie sur l'énergie lumineuse incidente.

Le tableau suivant fournit quelques valeurs suivant la nature des surfaces.

Type de Surface	Albédo
Mer / Océan	0.26
Glace	0.6
Neige fraîche	0.85

Albédo de différentes surfaces (source : Météo France)

5. Préciser si une augmentation de l'albédo terrestre produit une augmentation ou une diminution du forçage radiatif. En déduire que la fonte des glaces (terrestres et marines) se traduit par une augmentation du forçage radiatif.

On appelle albédo terrestre le rapport entre les puissances réfléchies ou diffusées par l'atmosphère et la surface terrestre et la puissance solaire incidente.

Une augmentation de l'albédo terrestre produit donc une diminution du forçage radiatif.

Type de Surface	Albédo
Mer / Océan	0.26
Glace	0.6
Neige fraîche	0.85

La glace à un albédo de 0,6. En fondant, elle se transforme en eau liquide. L'albedo de l'eau liquide est 0,26.

La fonte des glaces conduit donc à une diminution de l'albédo et se traduit donc par une augmentation du forçage radiatif.

6. Expliquer pourquoi la fonte des glaces est un facteur de rétroaction positive de l'échauffement global du climat. Il est possible d'appuyer le raisonnement sur un schéma.

Une rétroaction climatique positive est un type de rétroaction climatique dans lequel un changement initial du climat provoque un changement secondaire qui, à son tour, augmente les effets du changement initial, amplifiant l'effet initial.

La fonte des glaces conduit donc à une diminution de l'albédo et se traduit donc par une augmentation du forçage radiatif (Question 5)

Or l'augmentation du forçage radiatif conduit à une fonte des glaces plus importante.

C'est pourquoi la fonte des glaces est un facteur de rétroaction positive de l'échauffement global du climat.