

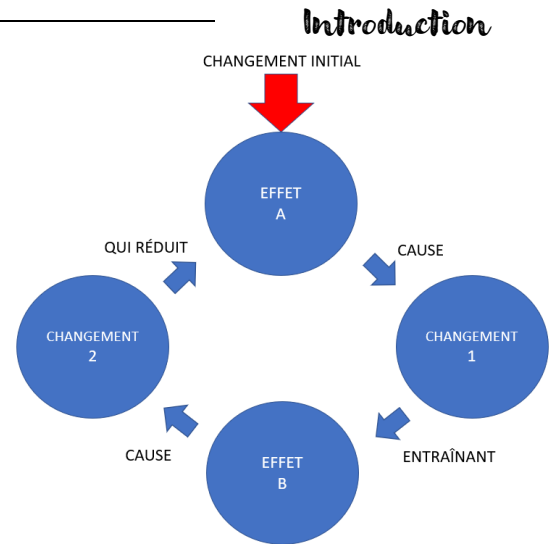


Les scientifiques du GIEC prévoient en 2100 une augmentation d'au moins 1.5°C de la température moyenne et cela même en cas de réduction massive des émissions anthropiques de GES.

Comment expliquer cette inquiétante prévision ?

Définition (rétroaction climatique): cela correspond à l'ensemble des mécanismes internes du système climatique qui amplifient (rétroaction positive) ou atténuent (rétroaction négative) une perturbation initiale.

Schéma montrant un boucle de rétroaction négative (théorique)

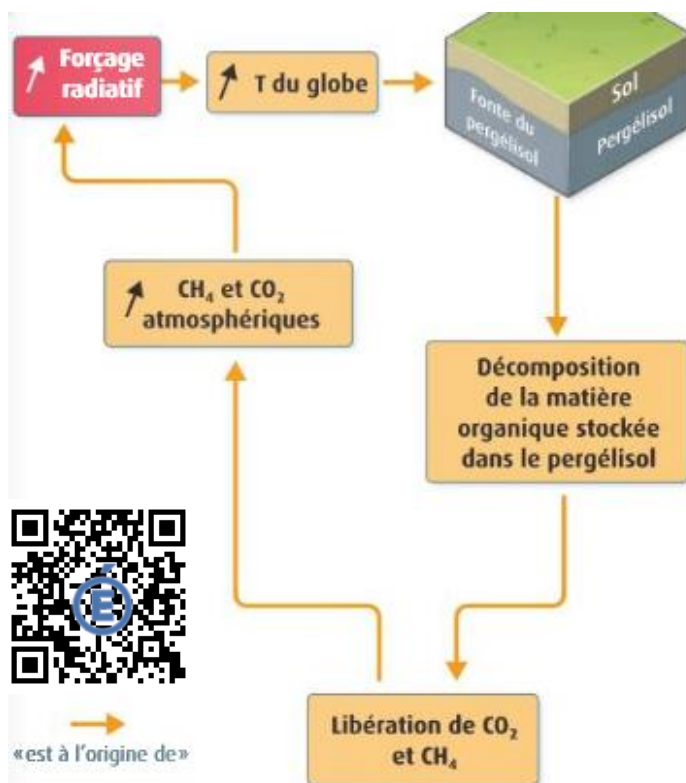


Consigne

- Doc 1 – Expliquez** pourquoi les scientifiques qualifient la fonte du pergélisol de « bombe à retardement ».

Document 1 – La bombe à retardement du pergélisol sous l'Arctique

Le pergélisol est un type de sol qui se maintient constamment à une température égale ou inférieure à 0°C durant au moins deux années consécutives. Il est donc gelé en permanence pendant cette période de temps.



On retrouve le pergélisol dans les régions froides, soit dans les hautes latitudes près des pôles et à des altitudes élevées au sommet de certaines montagnes. Il recouvre environ 20% de la surface terrestre du globe, principalement dans le nord de l'Amérique, au Groenland et en Sibérie. Il recouvre près de la moitié du territoire canadien. Fonte du pergélisol représente une rétroaction positive sur l'augmentation de la température, conséquence d'un forçage radiatif positif.



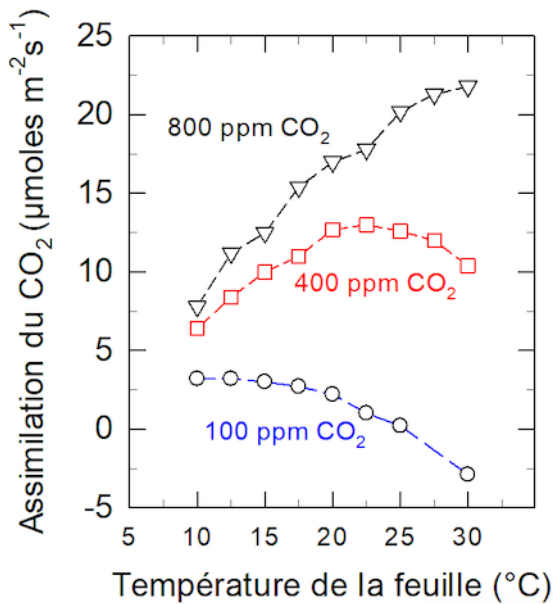
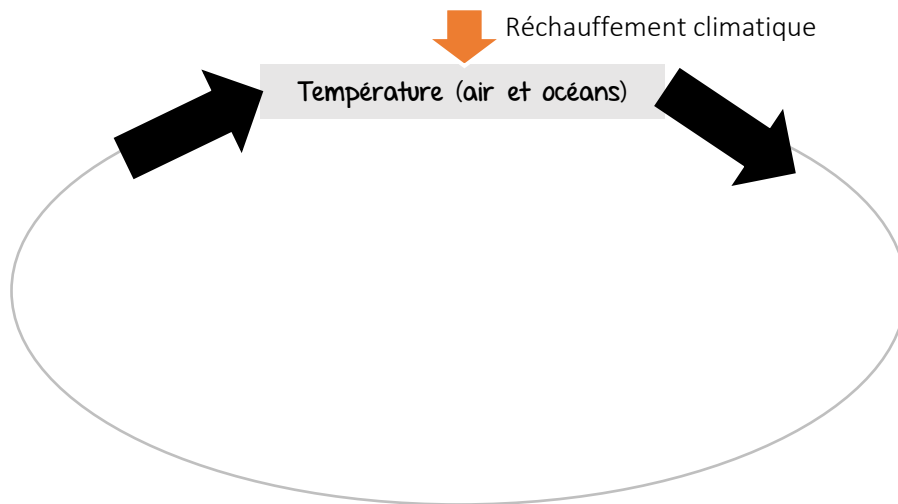
Consigne

Docs 2 à 5 – Pour chaque document, réalisez un schéma montrant la boucle de rétroaction (positive ou négative) mise en évidence.

Document 2 – L'albédo de différentes surfaces terrestres (source : LaMAP)

Type de surface	Surface de lac	Surface de la mer	Sol sombre (basalte, goudron)	Forêt	Cultures agricoles	Sol clair (calcaire, sable)	Glace	Neige
Albédo	0.02-0.04	0.05-0.15	0.05-0.15			0.3-0.4	0.6	0.5-0.9

Schéma : l'albédo des glaces, un exemple de rétroaction positive



Document 4 – L'effet stabilisateur de la végétation

Le CO₂ est absorbé par les plantes chlorophylliennes lors de leur croissance. On dit que ces dernières jouent le rôle de **puits de carbone**. On estime que la végétation mondiale absorbe 25% de nos émissions de CO₂ par an. L'efficacité de la photosynthèse dépend en partie du taux de CO₂. Dans un monde qui atteint des niveaux inégaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, la végétation croît plus rapidement. La végétation pourrait ainsi, au moins à court terme, être à l'origine d'une rétroaction négative sur le système climatique.

Schéma : l'efficacité de la photosynthèse, un exemple de rétroaction négative



Document 4 – Le rôle des nuages

Selon certains chercheurs, le réchauffement climatique augmente les phénomènes d'évaporation et donc la concentration atmosphérique de vapeur d'eau et **favorise la formation de nuages**.

Les mesures du bilan radiatif effectuées depuis satellite ont permis d'évaluer l'effet d'albédo et l'effet de serre des nuages existants. On a ainsi déterminé 2 effets de forçages radiatif des nuages :

- Un forçage radiatif négatif car les nuages ont un **albédo** plus fort que les surfaces terrestres ; il est estimé en moyenne annuelle à environ -47 W.m^{-2} ;
- Un forçage radiatif positif car les nuages contiennent de la vapeur d'eau qui est un **gaz à effet de serre** ; il est estimé en moyenne annuelle à environ $+27 \text{ W.m}^{-2}$

Remarque : les valeurs de forçage sont très dépendantes de l'altitude des nuages et de la latitude étudiée.

FAQ 7.2: What is the role of clouds in a warming climate?

Clouds affect and are affected by climate change. Overall, scientists expect clouds to **amplify future warming**.

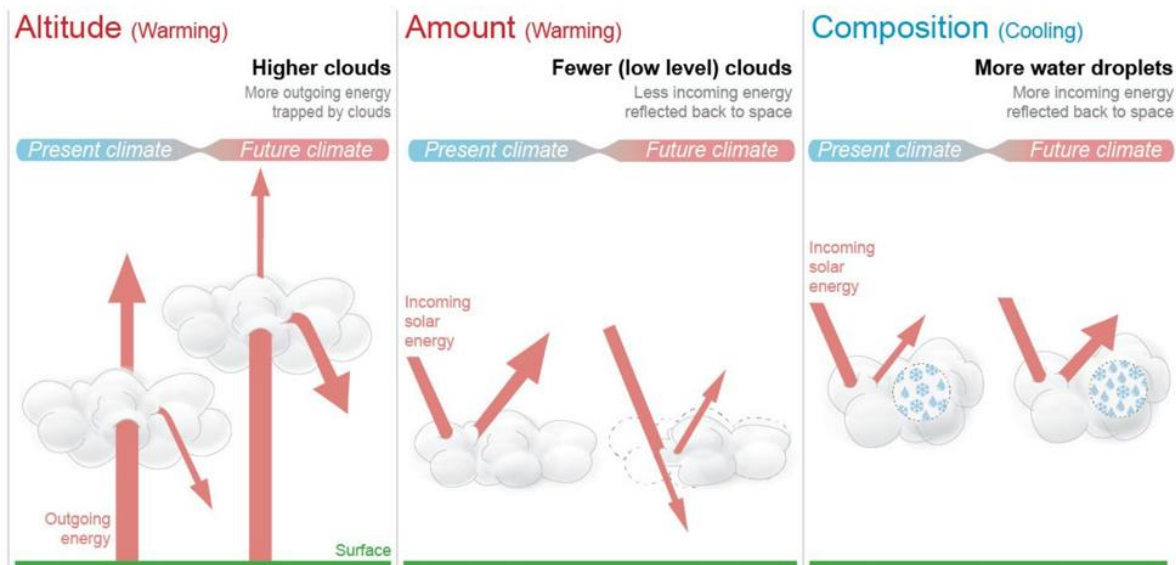


Schéma : vapeur d'eau et nuages, une double rétroaction

Document 5 – Les tourbières, de puit de carbone à source de carbone

Une tourbière, véritable écosystème à elle seule, joue un rôle capital dans le cycle du carbone. Le sol, saturé en permanence d'une eau stagnante, ne fournit pas suffisamment de dioxygène aux micro-organismes pour décomposer et recycler la matière organique. En somme, dans une tourbière, la litière



végétale se minéralise très peu, formant alors un dépôt de matière organique non décomposée, la **tourbe**. Le carbone est donc accumulé et stocké. Dans le monde, les tourbières ne couvrent que 3 % des terres émergées mais contiendraient 30 % de toute la matière organique, soit l'équivalent de 50 % du CO₂ atmosphérique.

Écosystème fragile, la tourbière est largement menacée par le changement climatique. Cet étonnant milieu dépend grandement des sphaignes, des mousses qui favorisent la formation de la tourbe. Néanmoins, depuis une cinquantaine d'années, des buissons envahissent l'espace dédié aux mousses à la faveur du réchauffement climatique.

Les scientifiques ont ainsi déterminé que l'augmentation de la température influait directement sur le développement des buissons, qui seraient responsables de 50 % de la disparition des mousses. Le processus en jeu est une boucle de rétroaction positive. L'accroissement de la température favorise le développement des buissons : les tourbières deviennent des puits de carbone moins efficaces et libèrent leur dioxyde de carbone.

Pour aller plus loin : la tourbe est un bon combustible, utilisée dans plusieurs régions du monde à la place du bois ou du charbon. Problème, le réchauffement climatique et la fragilisation écologique des tourbières augmentent les risques de feux de tourbières, très difficiles à maîtriser.

Schéma : la dégradation des tourbières, une rétroaction positive

Document 4 – Le rôle des nuages

Selon certains chercheurs, le réchauffement climatique augmente les phénomènes d'évaporation et donc la concentration atmosphérique de vapeur d'eau et **favorise la formation de nuages**.

Les mesures du bilan radiatif effectuées depuis satellite ont permis d'évaluer l'effet d'albédo et l'effet de serre des nuages existants. On a ainsi déterminé 2 effets de forçages radiatif des nuages :

- Un forçage radiatif négatif car les nuages ont un **albédo** plus fort que les surfaces terrestres ; il est estimé en moyenne annuelle à environ -47 W.m^{-2} ;
- Un forçage radiatif positif car les nuages contiennent de la vapeur d'eau qui est un **gaz à effet de serre** ; il est estimé en moyenne annuelle à environ $+27 \text{ W.m}^{-2}$

Remarque : les valeurs de forçage sont très dépendantes de l'altitude des nuages et de la latitude étudiée.

FAQ 7.2: What is the role of clouds in a warming climate?

Clouds affect and are affected by climate change. Overall, scientists expect clouds to **amplify future warming**.

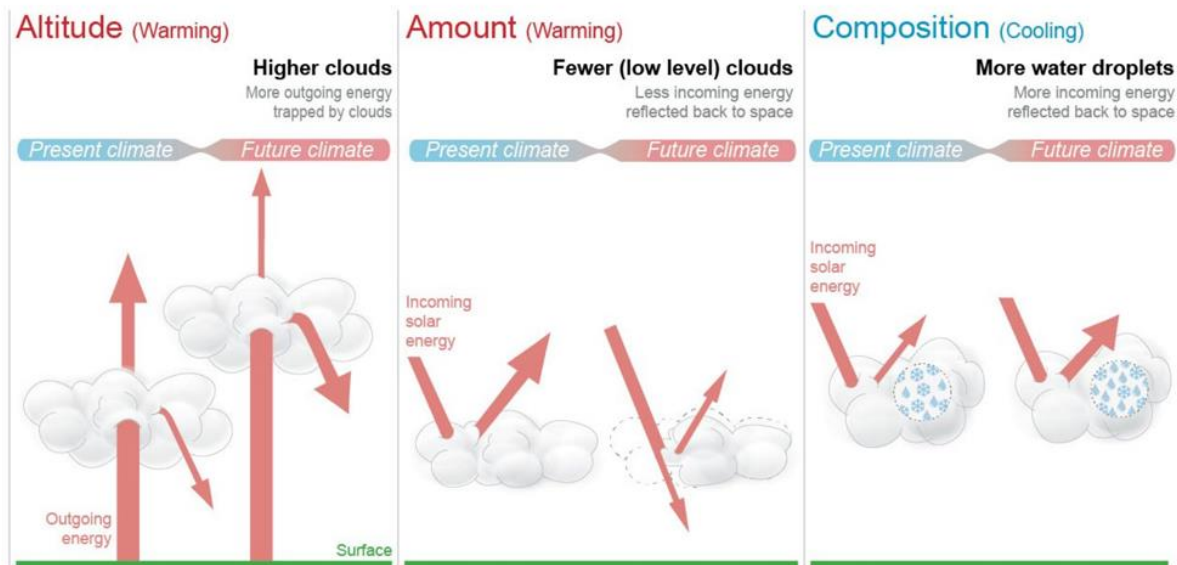


Schéma : vapeur d'eau et nuages, une double rétroaction

Document 5 – Les tourbières, de puit de carbone à source de carbone

Une tourbière, véritable écosystème à elle seule, joue un rôle capital dans le cycle du carbone. Le sol, saturé en permanence d'une eau stagnante, ne fournit pas suffisamment de dioxygène aux micro-organismes pour décomposer et recycler la matière organique. En somme, dans une tourbière, la litière



végétale se minéralise très peu, formant alors un dépôt de matière organique non décomposée, la **tourbe**. Le carbone est donc accumulé et stocké. Dans le monde, les tourbières ne couvrent que 3 % des terres émergées mais contiendraient 30 % de toute la matière organique, soit l'équivalent de 50 % du CO₂ atmosphérique.

Écosystème fragile, la tourbière est largement menacée par le changement climatique. Cet étonnant milieu dépend grandement des sphaignes, des mousses qui favorisent la formation de la tourbe. Néanmoins, depuis une cinquantaine d'années, des buissons envahissent l'espace dédié aux mousses à la faveur du réchauffement climatique.

Les scientifiques ont ainsi déterminé que l'augmentation de la température influait directement sur le développement des buissons, qui seraient responsables de 50 % de la disparition des mousses. Le processus en jeu est une boucle de rétroaction positive. L'accroissement de la température favorise le développement des buissons : les tourbières deviennent des puits de carbone moins efficaces et libèrent leur dioxyde de carbone.

Pour aller plus loin : la tourbe est un bon combustible, utilisée dans plusieurs régions du monde à la place du bois ou du charbon. Problème, le réchauffement climatique et la fragilisation écologique des tourbières augmentent les risques de feux de tourbières, très difficiles à maîtriser.

Schéma : la dégradation des tourbières, une rétroaction positive