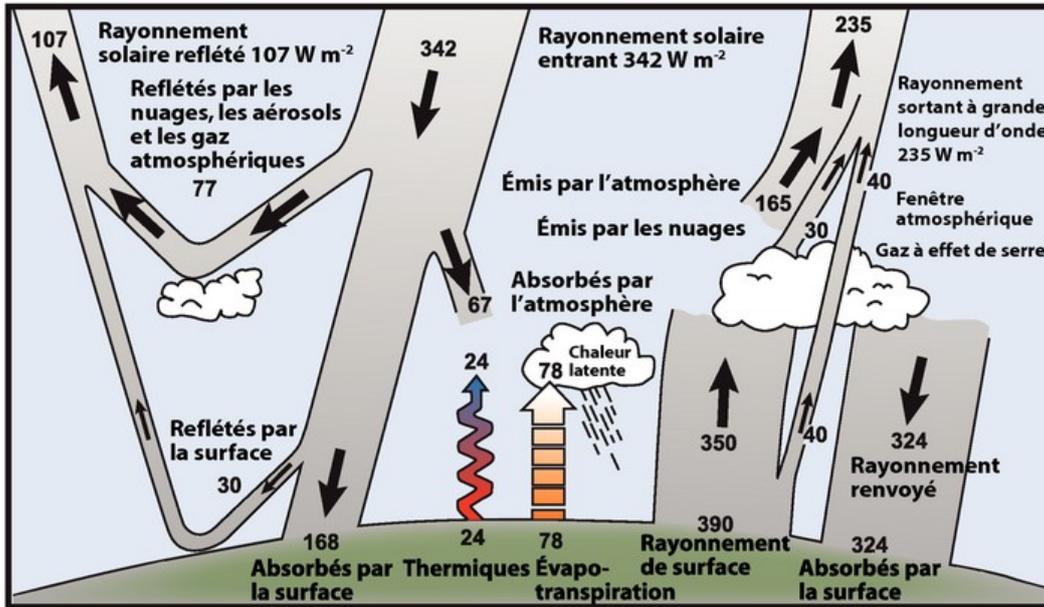


### 03-01 Fiche séance 3 : Comprendre l'origine d'une composante capitale du climat : la température.

#### Pour répondre à ce problème, vous devrez:

- Analyser les documents fournis pour
- Argumenter l'équilibre radiatif lorsqu'on fait abstraction des effets anthropiques
- Comprendre la notion de forçage radiatif
- Déterminer les éléments les plus importants de ce forçage
- Exposez des liens entre l'activité humaine et le bouleversement climatique.

#### Doc 1 : Bilan radiatif terrestre sans effet anthropique.



La Terre reçoit une puissance solaire moyenne de  $340 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Sa surface et les nuages réfléchissent environ 30 % de la lumière reçue, c'est le phénomène d'albédo. Les 70 % restant sont absorbés par l'atmosphère et la surface de la Terre, ce qui provoque l'élévation de leur température. Cette chaleur est évacuée sous la forme d'un rayonnement infrarouge (IR) dirigé vers le sol et vers l'atmosphère. Une partie de ce rayonnement est piégée par certains gaz nommés gaz à effet de serre (GES). Ce phénomène participe à l'élévation de la température de l'atmosphère terrestre.

Au final, l'intégralité de l'énergie absorbée par la Terre sera réémise vers l'espace sous la forme d'un rayonnement d'où un bilan radiatif équilibré et une température théoriquement stable.

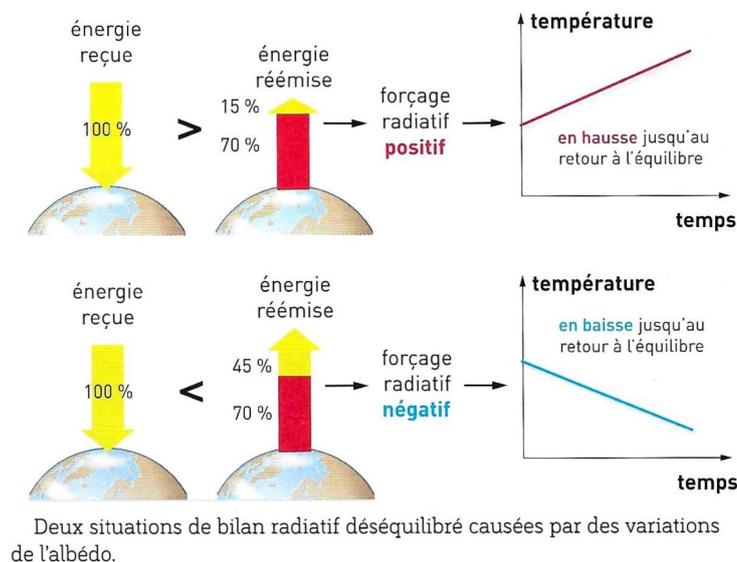
#### Doc 2 : Le forçage radiatif.

La reconstitution des températures passées montre de nombreuses oscillations qui traduisent des variations de l'équilibre du bilan radiatif. On parle alors d'équilibre dynamique.

Une diminution de la température résulte d'un bilan radiatif négatif, c'est-à-dire d'une quantité d'énergie reçue inférieure à celle réémise.

Inversement, si la quantité d'énergie réémise est inférieure à l'énergie reçue, le bilan radiatif est positif, ce qui se traduit par une hausse de la température de l'atmosphère terrestre.

Ces variations du bilan radiatif sont appelées **forçages radiatifs**.



Deux situations de bilan radiatif déséquilibré causées par des variations de l'albédo.

#### Doc 3 : L'albédo.

L'albédo est une valeur physique qui permet de connaître la quantité de lumière solaire incidente réfléchie par une surface. Concernant le climat, cette variable est importante car elle exprime la part de rayonnement solaire qui va être renvoyée par l'atmosphère et la surface terrestre vers l'espace et qui donc ne servira pas à chauffer la planète.

Sa valeur s'exprime soit par un pourcentage entre 0% et 100% ou 0 et 1, qui est donc le pourcentage de lumière réfléchie par rapport à la quantité reçue ou la fraction de la lumière réfléchie.

Ainsi une surface parfaitement blanche réfléchit toute la lumière et son albédo est de 100%.

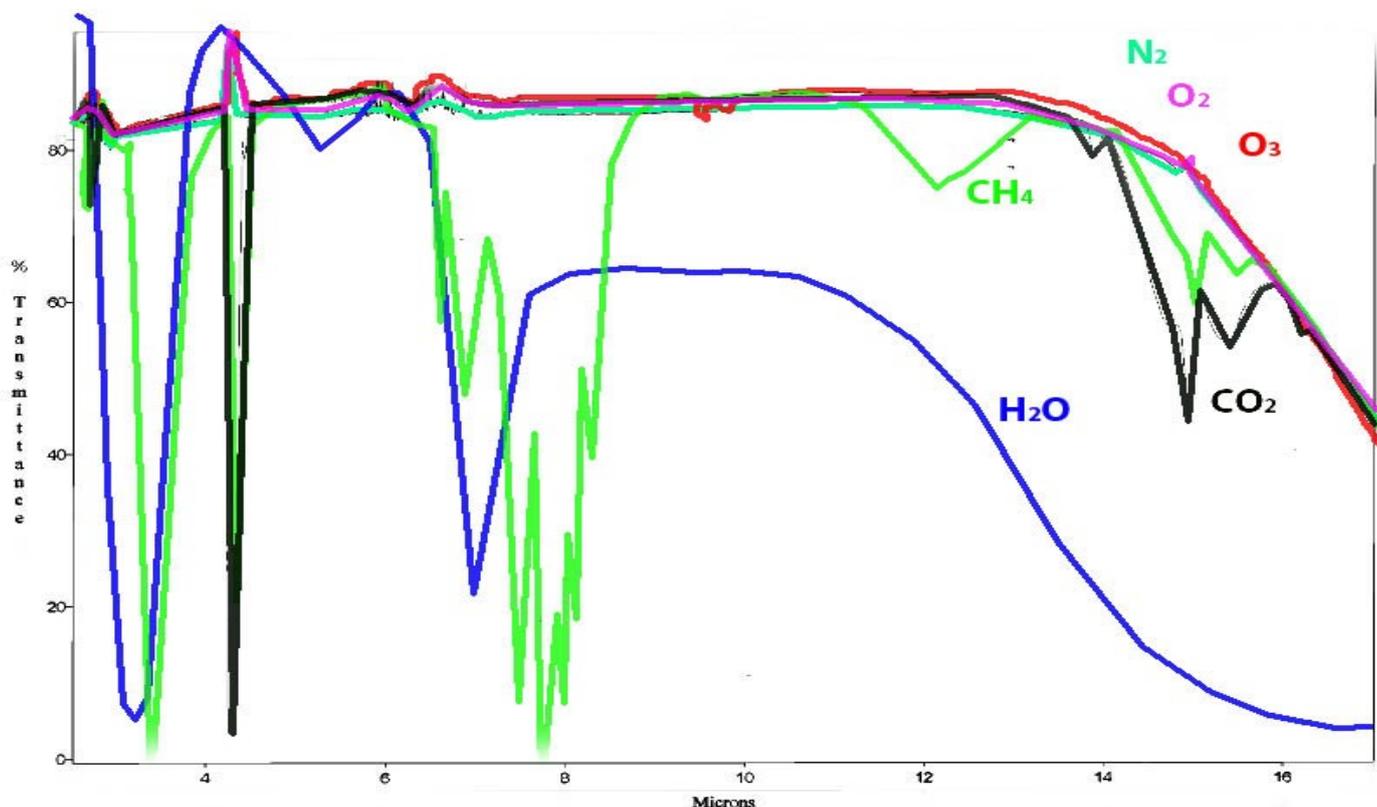
A l'inverse, une surface parfaitement noire ne réfléchit aucune lumière, donc absorbe l'intégralité du rayonnement solaire qu'elle reçoit. Son albédo est de 0%.

Par exemple, les océans ont un albédo compris entre 5 et 10%; le sable entre 25 et 40%; la glace environ 60%; la neige épaisse et fraîche jusqu'à 90%. Les continents, qui ont un albédo plus élevé que celui des océans, apparaissent plus clairs sur les photos satellite que les océans qui, eux, apparaissent noirs. Toutes surfaces confondues, l'albédo moyen terrestre est de 30%.

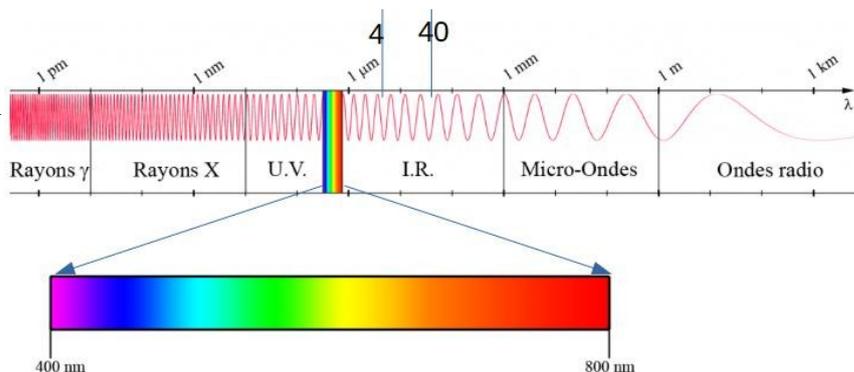
La fonte de la banquise ou les variations d'occupation des sols, comme dans les cas de déforestation massive, entraînent une modification de l'albédo, ce qui contribue à modifier les échanges d'énergie sur la planète, et donc influe sur le climat. Des changements dans la couverture nuageuse entraînent des modifications de l'albédo de la planète et de la transmission du rayonnement infrarouge, donc de l'effet de serre, ce qui contribue aussi à modifier les échanges de chaleur et d'eau sur la planète.

**Doc 4 : Les gaz atmosphériques et leurs capacités d'absorption de l'énergie.**

**Résultat d'une étude en laboratoire(ENS Lyon) : Plus un gaz a une transmittance élevée d'une longueur d'onde, moins il l'absorbe.**



Pour qu'un gaz puisse jouer un rôle dans l'effet de serre (naturel ou additionnel), il faut qu'il ait des propriétés d'absorption (et donc de réémission) dans le domaine d'émission du système Terre-atmosphère considéré comme un corps noir autour de 260 à 280K. Ce domaine spectral correspond à l'infrarouge thermique entre 4  $\mu\text{m}$  et 40  $\mu\text{m}$ . Dans ce domaine, les molécules considérées absorbent un photon et passent d'un état fondamental à un état excité de vibration ce qui leur permet d'emmagasiner de l'énergie réémise ensuite vers le milieu environnant.



Petit plus pour avoir peur : →

Chaque gaz possède un pouvoir de réchauffement global (PRG) qui dépend :

- de sa capacité à absorber le rayonnement IR émis par la Terre (graphique ci-contre) ;
- de son temps de résidence dans l'atmosphère (tableau ci-dessous).

On peut ainsi montrer que, sur une durée de 100 ans, 1 kg de protoxyde d'azote ( $N_2O$ ) provoque un réchauffement équivalent à 265 kg de  $CO_2$  !

Gaz	$CO_2$	$CH_4$	$N_2O$
Temps de résidence	100 ans	10 ans	120 ans
PRG (à 100 ans)	1	28	265