

COURBE D'ABSORPTION DE L'ATMOSPHÈRE TERRESTRE

Description

L'atmosphère terrestre absorbe relativement peu le rayonnement solaire qu'elle reçoit, mais absorbe en grande partie le rayonnement thermique émis par la surface terrestre (essentiellement situé dans l'infrarouge). Les documents proposés illustrent la dépendance de l'absorption des rayonnements électromagnétiques par l'atmosphère en fonction de la longueur d'onde.

Mots-clés

Rayonnement solaire, infrarouge, ultraviolet, absorption, spectre.

Références au programme

Thème 2 : Le soleil, notre source d'une longue histoire de la matière
2.2 Le bilan radiatif terrestre

Savoirs

- Le sol émet un rayonnement électromagnétique dans le domaine infrarouge (longueur d'onde voisine de $10 \mu\text{m}$) dont la puissance par unité de surface augmente avec la température.
- Une partie de cette puissance est absorbée par l'atmosphère qui émet un rayonnement infrarouge vers le sol et vers l'espace (effet de serre).
- La puissance reçue par le sol en un lieu donné est égale à la somme de la puissance reçue du Soleil et de celle reçue de l'atmosphère.

Savoir-faire

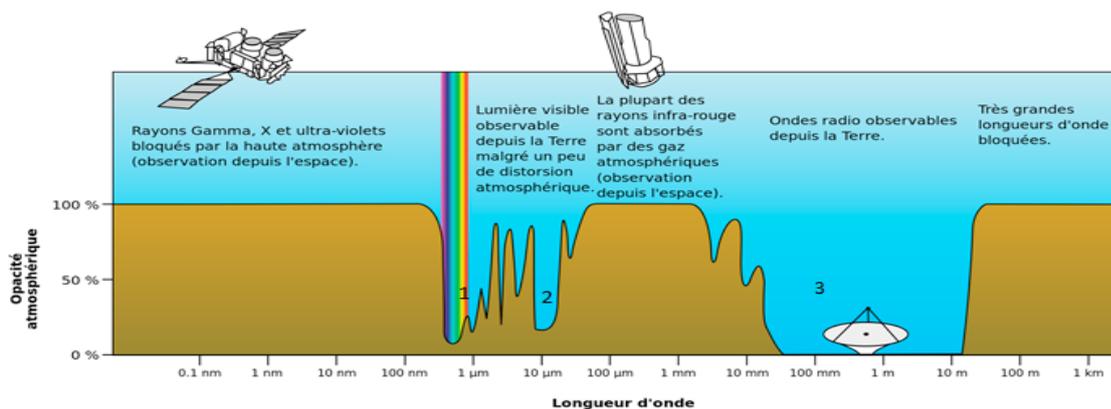
- Commenter la courbe d'absorption de l'atmosphère terrestre en fonction de la longueur d'onde.

Document

Introduction

L'étude de la courbe d'absorption de l'atmosphère en fonction de la longueur d'onde permet de mettre en évidence les interactions entre les différents composants de l'atmosphère et les rayonnements reçus.

Document 1 : opacité atmosphérique en fonction de la longueur d'onde



D'après le site http://sesp.esep.pro/fr/pages_nanosats/html_images/envimage1.html

Opacité atmosphérique

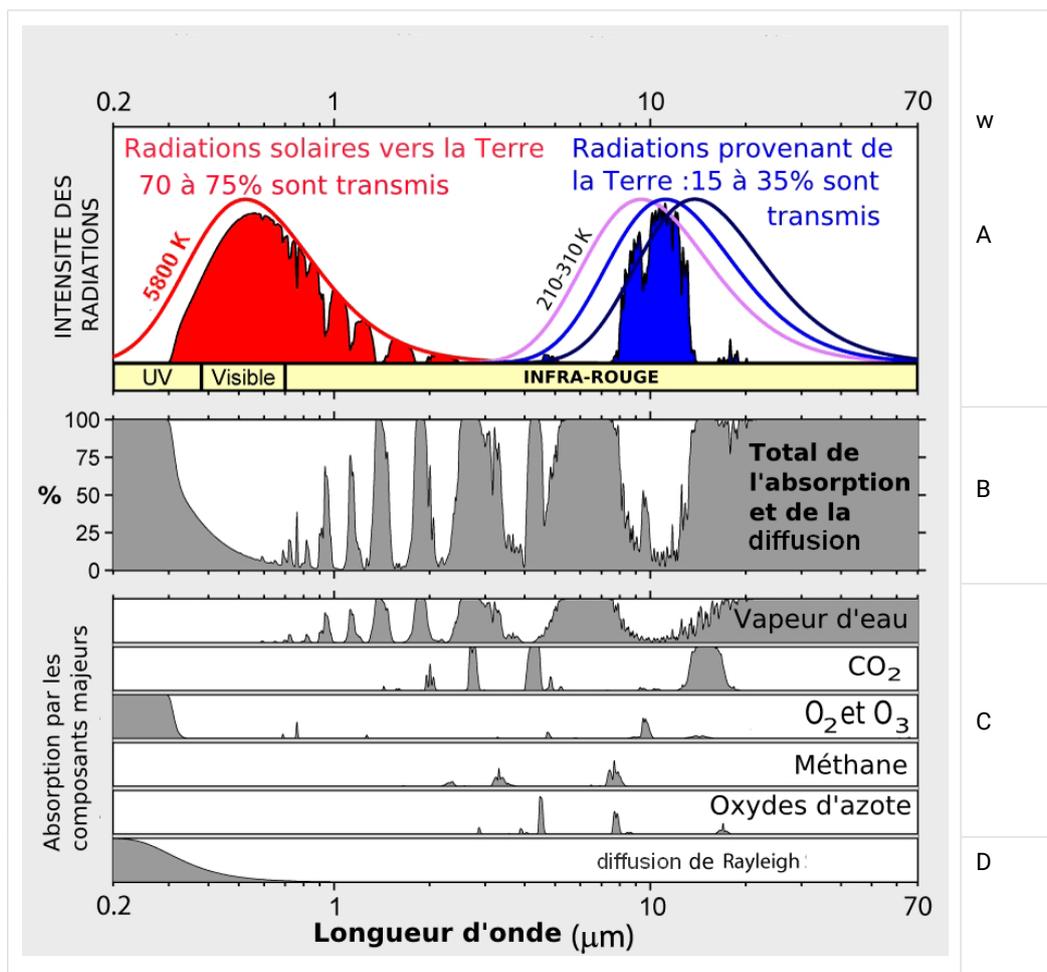
L'opacité atmosphérique est le rapport entre la puissance électromagnétique absorbée ou diffusée par la couche atmosphérique dans son ensemble et la puissance électromagnétique incidente à la limite supérieure de l'atmosphère. Une opacité atmosphérique de 100 % signifie que la puissance transportée par le rayonnement est totalement absorbée par l'atmosphère. A la surface de la Terre, la puissance électromagnétique reçue est alors nulle.

Le document montre comment cette opacité dépend de la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique.

Les zones repérées par « 1 », « 2 » et « 3 » sont les principales « fenêtres atmosphériques », domaines spectraux où l'opacité atmosphérique est suffisamment faible pour qu'une fraction notable de la puissance incidente parvienne sur Terre.

Document 2 : diagrammes des rayonnements transmis par l'atmosphère, de l'absorption totale de l'atmosphère, des absorptions des principaux gaz constitutifs de l'atmosphère terrestre et de l'atténuation du flux due à la diffusion en fonction de la longueur d'onde

Ressource adaptée d'une illustration présente sur wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_de_serre#/media/Fichier:Radiation_transmise.png



Texte d'accompagnement des diagrammes

L'atmosphère terrestre est composée principalement de diazote (78 %, en quantité), de dioxygène (21 %), d'argon (0,93 %) et de dioxyde de carbone (0,033 %).

Par ailleurs, de la vapeur d'eau et des poussières peuvent être présentes en quantités variables.

Dans le domaine infrarouge, l'absorption du rayonnement est associée à la mise en vibration par le rayonnement de certaines molécules présentes dans l'atmosphère.

La courbe rouge du document A représente le spectre d'émission d'un corps noir à 5800 K

Retrouvez éducol sur



(caractéristiques proches de celles du rayonnement solaire) et les courbes violette et bleue représentent les émissions de corps noirs entre 210 et 310 K (à 300 K proche du spectre d'émission par la Terre).

Les courbes délimitant les surfaces colorées en rouge et en bleu représentent respectivement :

- le spectre de la lumière solaire lorsqu'elle parvient à la surface de la Terre, après avoir traversé la totalité de l'atmosphère. Globalement, 70 à 75 % de la puissance transportée par le rayonnement solaire parvient à la surface de la Terre.
- le spectre du rayonnement thermique d'origine terrestre émis vers l'espace, après traversée de la totalité de l'atmosphère. Globalement, 15 à 35 % de la puissance transportée par le rayonnement thermique terrestre parvient à s'échapper de l'atmosphère.

La courbe B du document 2 représente l'opacité atmosphérique dans l'intervalle des longueurs d'ondes comprises entre 0,2 et 70 μm . Il s'agit d'une partie agrandie de la courbe du document 1.

Les diagrammes A et B sont complémentaires : les longueurs d'onde pour lesquelles le rayonnement électromagnétique est peu ou pas absorbé (B) correspondent au rayonnement transmis (A).

Les courbes du diagramme C montrent les contributions de certains gaz constituants de l'atmosphère à l'opacité atmosphérique.

Les longueurs d'ondes absorbées sont propres à chaque molécule, et se situent dans de nombreuses bandes d'absorption.

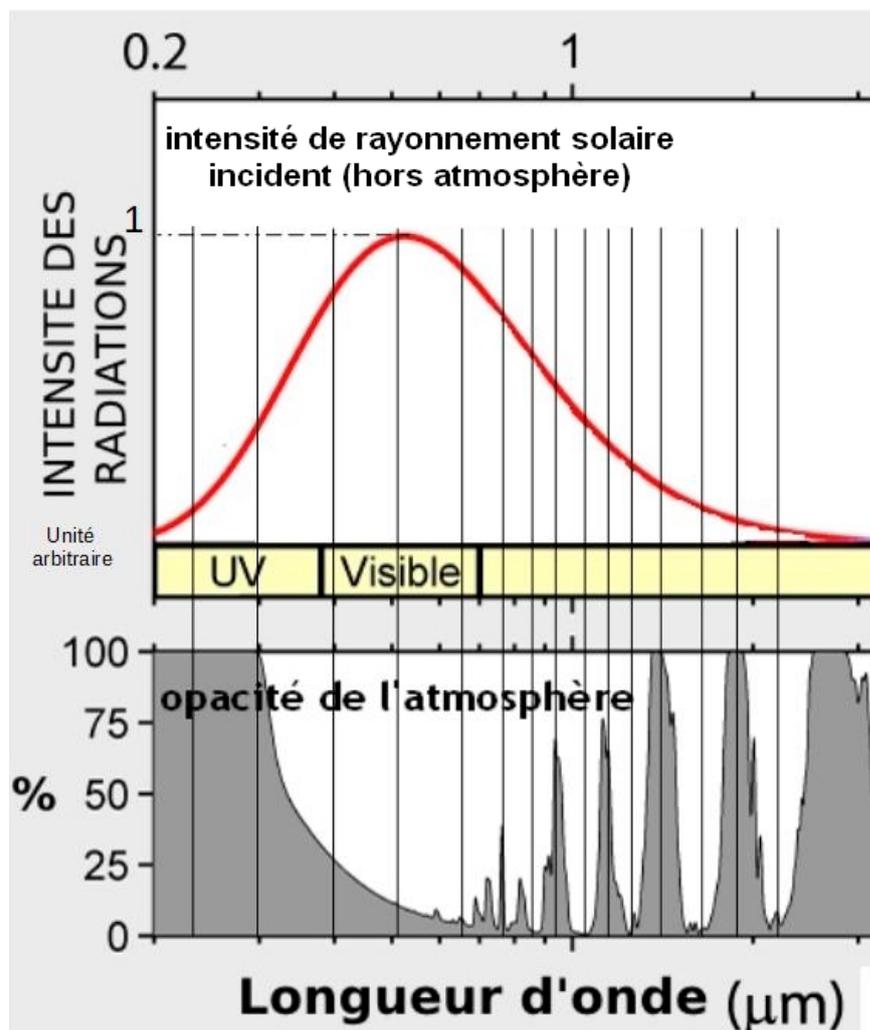
- Les bandes d'absorption les plus larges sont dues aux gaz à effet de serre (H_2O , CO_2) qui absorbent la quasi-totalité des rayonnements dans les infrarouges, du proche infrarouge aux infrarouges lointains.
- L'ozone absorbe essentiellement les rayonnements ultraviolets dont la longueur d'onde est inférieure à 0,29 μm , une très faible partie des rayonnements dans le rouge, ainsi que les rayonnements dans l'infrarouge thermique ($\lambda \sim 9,5 \mu\text{m}$).
- Le dioxygène absorbe le rayonnement proche infrarouge dans une bande très étroite autour de 0,75 μm .
- Les domaines spectraux du visible et du proche infrarouge présentent une très bonne transmission par l'atmosphère (fenêtre de transmission atmosphérique) et sont par conséquent très largement utilisés par les capteurs satellitaires dédiés à l'observation de la terre.

La courbe D ne représente pas un phénomène d'absorption, mais un phénomène de diffusion (réémission de rayonnement de même caractéristiques spectrales que le rayonnement incident, mais dans toutes les directions). Une partie de la lumière diffusée est émise vers l'espace ce qui se traduit par une diminution de la puissance du rayonnement parvenant sur Terre après traversée par l'atmosphère, et donc par une absorption « effective ».

Pistes d'exploitation pédagogique

Questionnement possible à partir du document 2 :

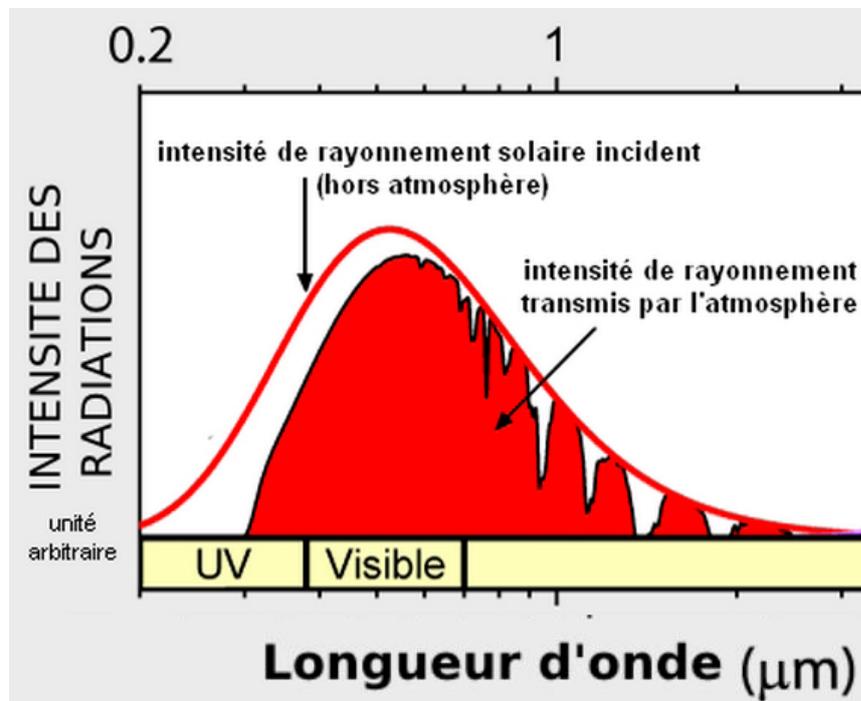
1. Que remarque-t-on pour les graduations des axes ?
2. Pour chaque domaine spectral, préciser les gaz responsables de l'absorption atmosphérique.
3. Quels sont les 2 gaz qui contribuent le plus à l'absorption de rayonnement dans l'atmosphère, dans la gamme spectrale 1-70 μm ?
4. Traduire sous forme d'un schéma simplifié le devenir à la surface terrestre des rayonnements du visible et des rayonnements infrarouges émis par la Terre en ne tenant compte que de l'action du CO_2 et de la vapeur d'eau atmosphérique.
5. On donne ci-après le graphe de l'intensité émise par le soleil (intensité incidente), ainsi que l'opacité atmosphérique. Par souci de simplification, l'intensité maximale émise a été prise égale à 1 (en unités arbitraires). Des repères verticaux permettent de déterminer les valeurs des deux grandeurs pour 15 longueurs d'ondes différentes. On peut alors faire retrouver l'allure du spectre de l'intensité transmise vers la Terre après passage dans l'atmosphère.



Retrouvez éducol sur



6. Il est aussi possible de fournir le spectre d'intensité de rayonnement transmis sur Terre et un incident en dehors de l'atmosphère et faire construire l'opacité atmosphérique.



Retrouvez éduscol sur

