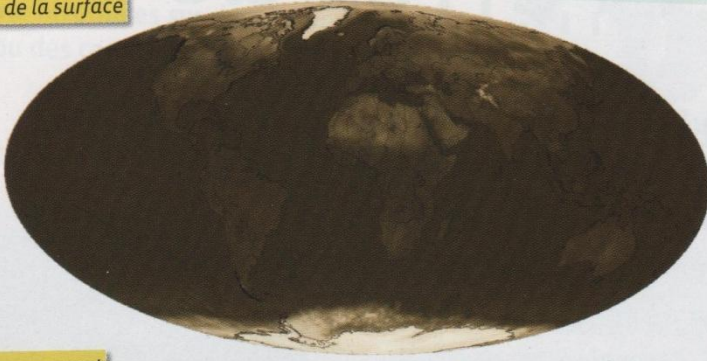
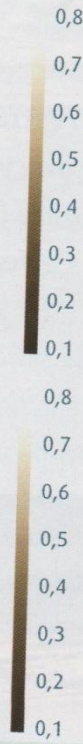
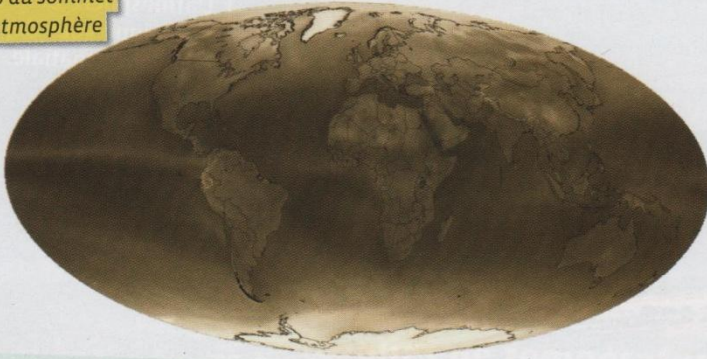


http://www.manicore.com/anglais/documentation_a/greenhouse/anthropic_graph5.gif

Albédo de la surface

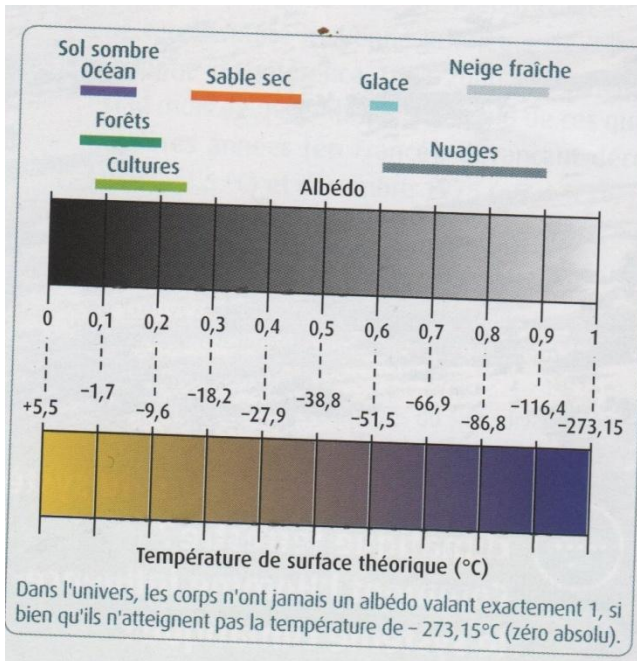


Albédo au sommet de l'atmosphère



L'albédo d'une surface est le rapport entre énergie solaire réfléchi et incidente (reçue). C'est une grandeur sans dimension qui peut prendre des valeurs entre 0 (surface parfaitement absorbante) et 1 (surface parfaitement réfléchissante).

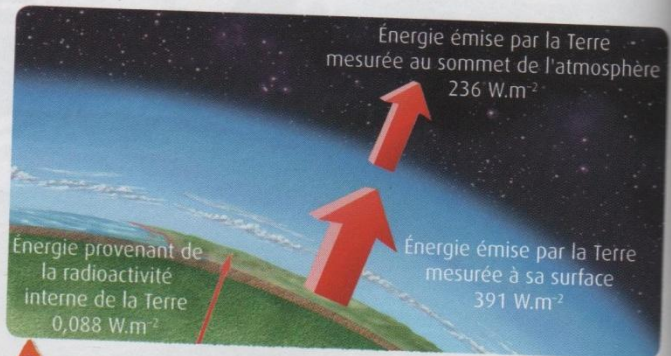
Le rayonnement solaire reçu au sommet de l'atmosphère a une puissance moyenne de 342 W.m^{-2} . Du fait de son albédo global, la Terre réfléchit directement vers l'espace 106 W.m^{-2} en moyenne et absorbe 236 W.m^{-2} . L'essentiel de la réflexion s'effectue au sein de l'atmosphère (89 W.m^{-2}), alors que l'essentiel de l'absorption a lieu au niveau du sol (171 W.m^{-2}).



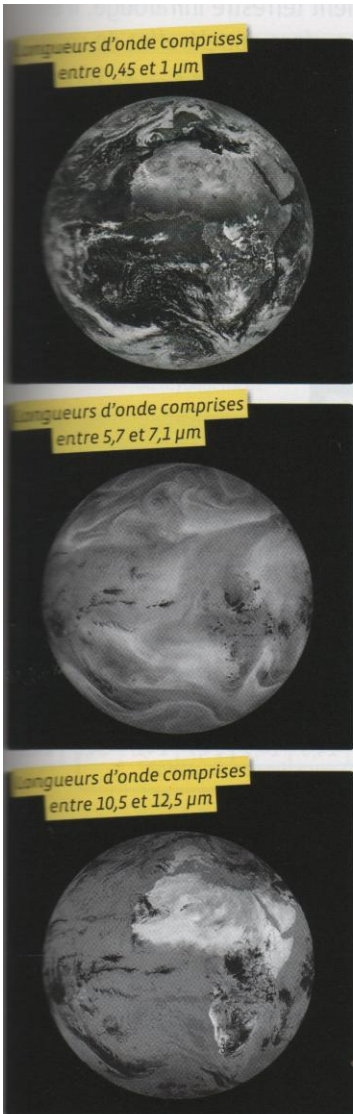
Dans l'univers, les corps n'ont jamais un albédo valant exactement 1, si bien qu'ils n'atteignent pas la température de $-273,15^\circ\text{C}$ (zéro absolu).

2 Relation entre albédo et température de surface d'un corps.

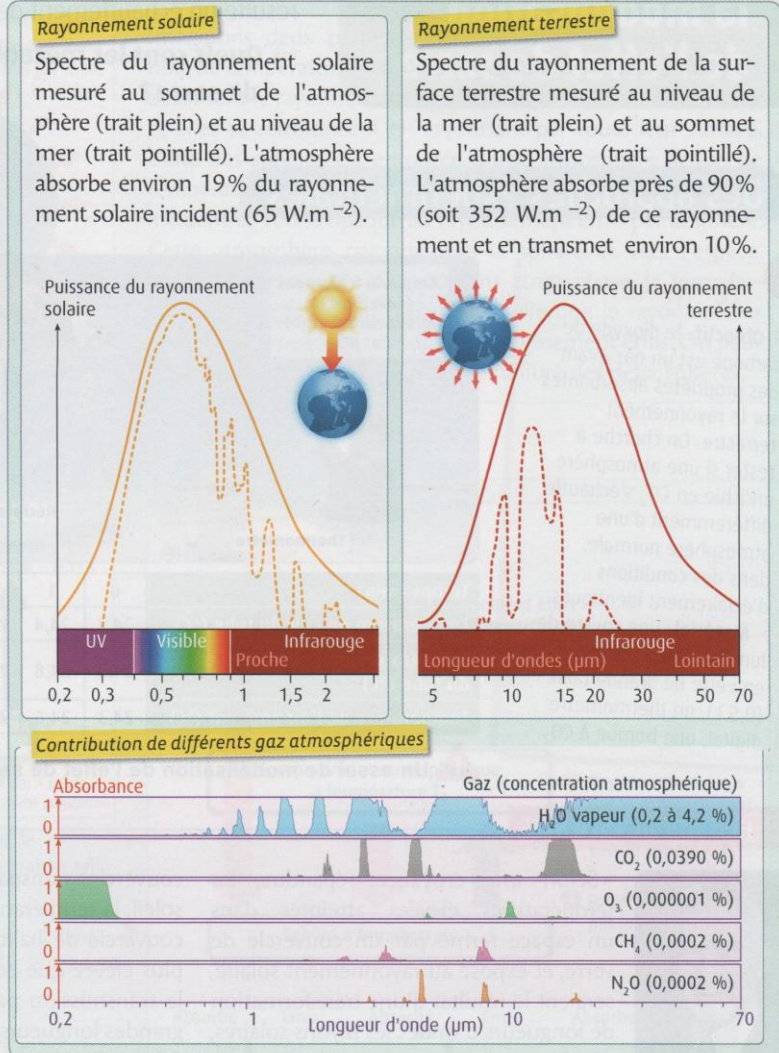
On peut calculer la température de surface théorique d'un objet en fonction de son albédo. On considère ici un objet sphérique, placé comme la Terre à 150 millions de kilomètres du Soleil, de température homogène, d'albédo homogène, et ayant comme seule source d'énergie l'énergie solaire absorbée.



3 Flux d'énergie montant mesuré à différentes altitudes.

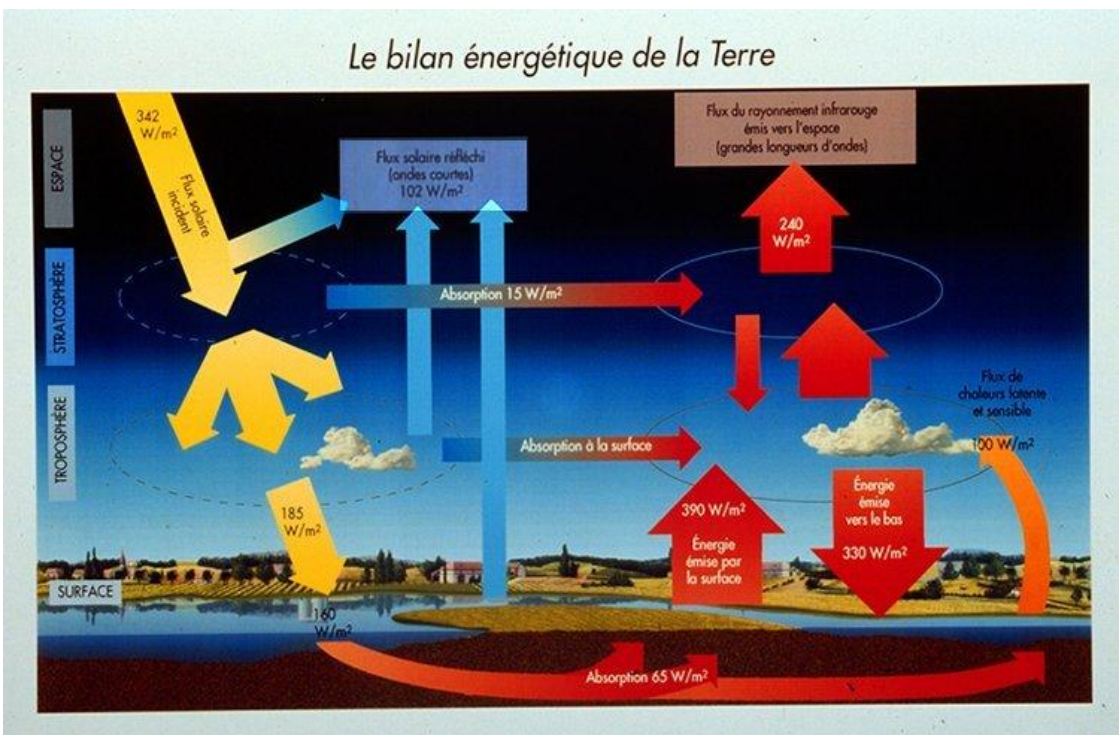


▲ La Terre observée à différentes longueurs d'onde.

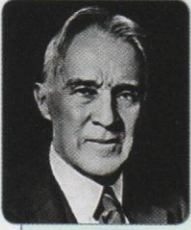


5 Absorption par l'atmosphère du rayonnement solaire et du rayonnement de la surface terrestre. Seuls les gaz contribuant significativement à l'absorbance totale de l'atmosphère dans l'intervalle de longueur d'onde 0,2 - 70 μm sont considérés.

Belin Edition 2012



http://www.lmd.jussieu.fr/~jldufres/Images/bilan_radia.jpg



«Selon une croyance répandue, les températures élevées atteintes dans un espace fermé par un couvercle de verre, et exposé au rayonnement solaire, seraient le résultat d'une transformation de longueurs d'onde: les rayons solaires, capables de traverser le verre, s'arrêtent

sur les parois de l'enceinte et en élèvent la température, l'énergie est alors réémise par les parois sous forme de radiations de plus grandes longueurs d'onde, qui ne peuvent pas traverser le verre. La serre agirait donc comme un piège à rayonnement.

J'ai toujours émis des doutes sur l'importance de cet effet dans l'échauffement de la serre. Il me semble bien plus probable que le rôle joué par le verre soit d'empêcher la sortie d'air réchauffé. [...]

Pour résoudre ce problème, j'ai construit deux enceintes avec du carton noir, l'une avec un couvercle de verre, l'autre avec un couvercle de halite* d'égale épaisseur. Un thermomètre a été inséré dans chaque enceinte et le dispositif a été emballé dans du coton, exceptés les

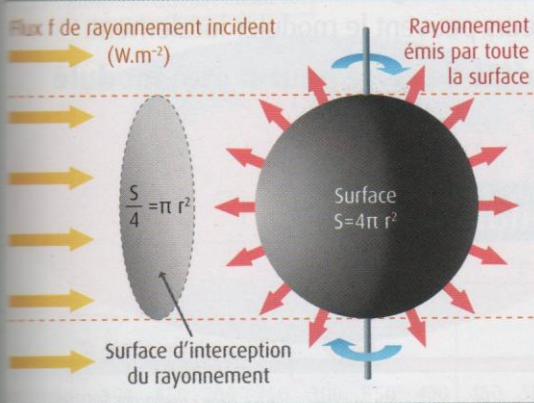
couvercles transparents [...]. Lors d'une exposition au soleil, la température s'élève jusqu'à 65°C, l'enceinte à couvercle de halite prenant une température un peu plus élevée que celle de l'enceinte en verre, du fait de la transmission par la halite de radiations solaires de grandes longueurs d'onde, arrêtées par le verre.

Afin d'éliminer cet effet, la lumière du soleil peut être préalablement filtrée par une plaque de verre avant d'atteindre la halite. Dans ces conditions, il n'y a plus qu'une différence de température d'un degré entre les deux enceintes. La température maximale atteinte est d'environ 55°C. [...] Ceci nous montre que la perte d'énergie par rayonnement du sol est très faible par rapport à la perte par convection, en d'autres termes que nous gagnons très peu par emprisonnement du rayonnement [...].»

D'après R. W. Wood, *Note on the Theory of the Greenhouse*, 1909.

* La halite est la forme cristalline du chlorure de sodium NaCl (le sel du langage courant). Elle a la propriété d'être transparente au rayonnement visible et au rayonnement infrarouge, contrairement au verre, qui est transparent au rayonnement visible et opaque au rayonnement infrarouge.

2 Une expérience historique de Robert W. Woods (1909).

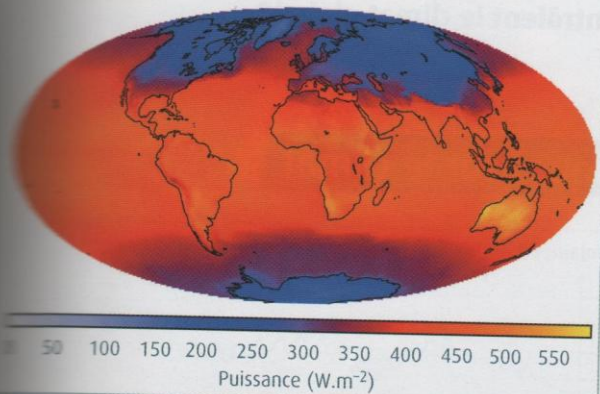


Imaginons deux petites sphères de matériau parfaitement noir, de température homogène. Ces sphères se réchauffent en absorbant le rayonnement incident auquel elles sont soumises et elles se refroidissent en rayonnant par toute leur surface. L'une des sphères est entourée d'une atmosphère fictive, de température homogène, 100% transparente au rayonnement incident et 100% opaque au rayonnement émis par la sphère. Cette atmosphère rayonne vers la sphère et vers l'espace. Pour chaque sphère, avec ou sans atmosphère, la température atteint une valeur d'équilibre telle que le rayonnement absorbé compense exactement le rayonnement émis. On peut alors comparer la température d'équilibre des deux sphères.

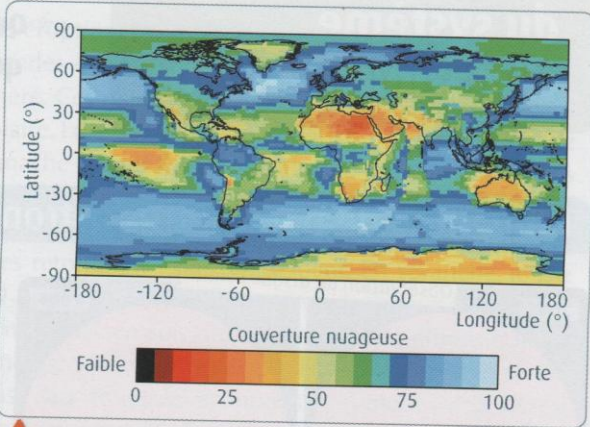
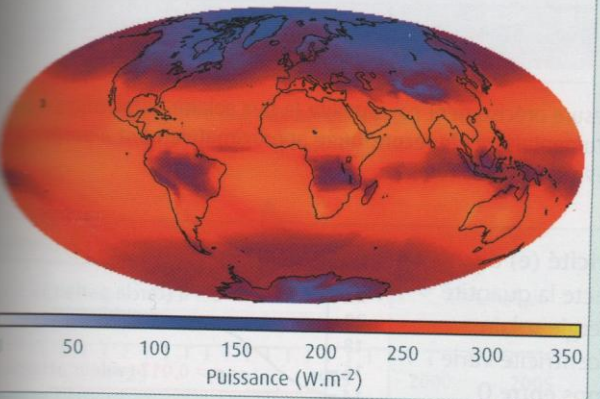
3 Principe du modèle d'effet de serre.

Des disparités géographiques de l'effet de serre

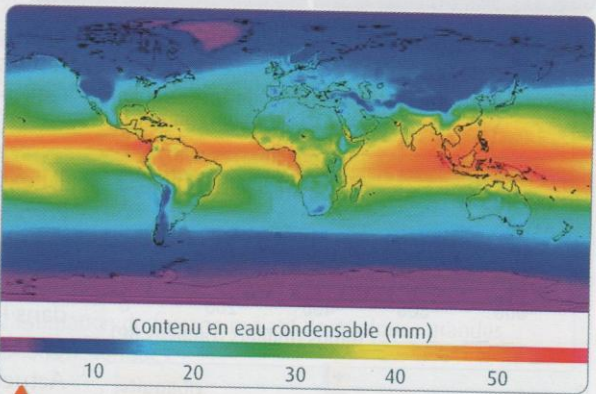
Flux IR montant au niveau du sol



Flux IR montant au sommet de l'atmosphère



5 Carte de la couverture nuageuse (moyenne entre 1983 et 2001). La couverture nuageuse a été estimée en combinant des données satellitaires de différentes natures et d'un travail de modélisation.



6 Carte du contenu en eau condensable de l'atmosphère terrestre (1988-1999). L'eau condensable contenue dans une couche atmosphérique donnée est la hauteur d'eau que l'on recueillerait si l'on condensait sur une surface horizontale toute la vapeur d'eau de cette couche. L'eau liquide et les cristaux de glace des nuages ne sont pas pris en compte.

4 Le rayonnement infrarouge (IR) de la Terre au sol et au sommet de l'atmosphère. Les mesures effectuées au mois de mars ont été moyennées sur 24 ans entre 1983 et 2007.

Gas atmosphérique	Effet de serre naturel ($W \cdot m^{-2}$)
Vapeur H_2O	91,8
CO_2	39,8
O_3	12,2
$CH_4 - N_2O$	9,2
Total	153

7 La part des différents gaz dans l'effet de serre naturel.