

Bilan radiatif et effet de serre

Soleil et Terre – ordres de grandeurs

Le **soleil** est la source d'énergie pour la surface de la Terre aujourd'hui

Cette énergie varie en fonction de l'**activité solaire**

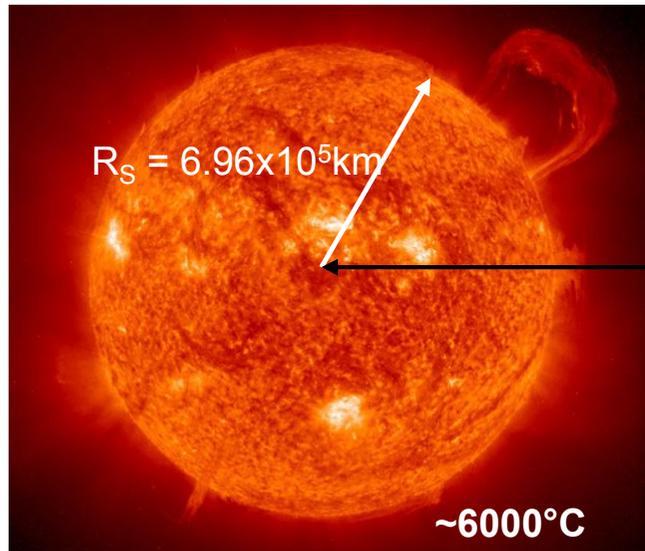
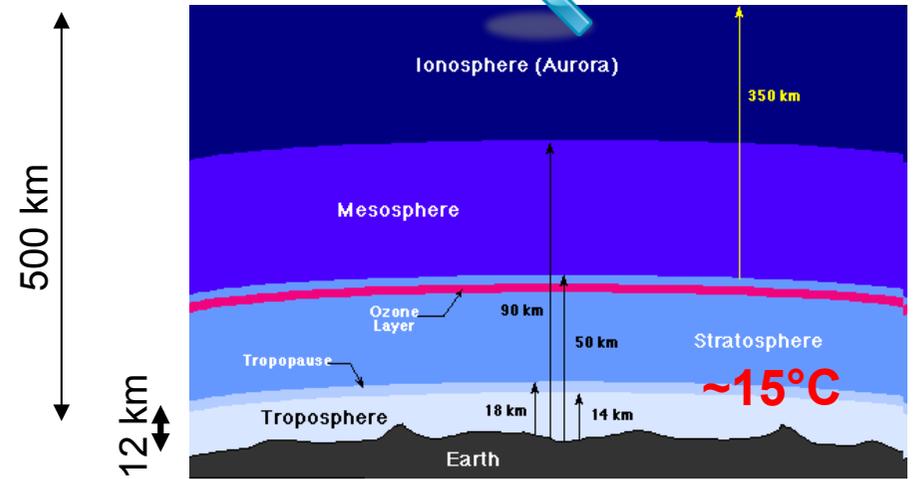
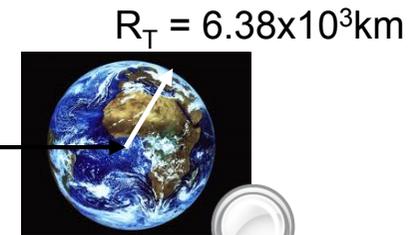


Image NASA

$d = 1.5 \times 10^8 \text{ km}$



500 km

12 km

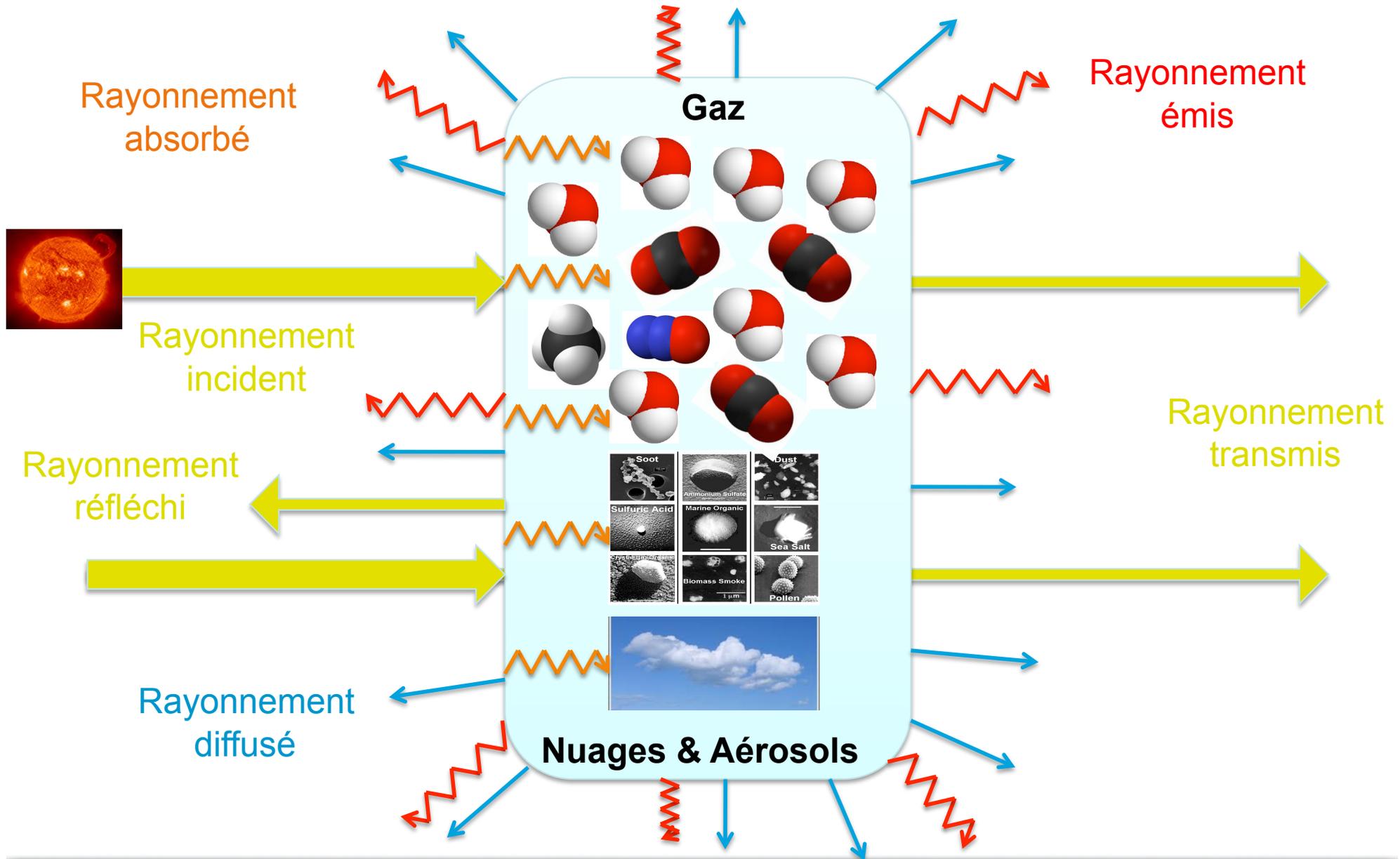
90% de la masse de l'atmosphère!

Rayonnement électromagnétique reçu du Soleil (principalement visible et IR)	1,7 10 ¹⁷ W
Géothermie (radioactivités à période longue: ²³⁸ U, ²³⁵ U, ²³² Th, ⁴⁰ K)	~ 4,4 10 ¹³ W
Civilisation en 2010 (~10 ⁹ humains consommant 10 t de pétrole/an)	1,6 10 ¹³ W
Énergie rotative dissipée par les marées	2,8 10 ¹² W
Vent solaire (pour « cible magnétosphérique » de 25 R _{Terre} ~ 10 ¹⁴ W)	~ 2 10 ¹¹ W
Rayonnement du fond cosmologique (corps noir* à 2,7 K)	1,6 10 ⁹ W
Rayonnement électromagnétique reçu des étoiles (visible, IR)	~ 1,3 10 ⁹ W
Rayonnement cosmique (protons, alphas...)	9 10 ⁸ W
Météorites (~ 30 000 tonnes par an, supposant v _{impact} ≈ 20 km/s)	~ 2 10 ⁸ W

Le climat de la Terre, CNRS ed.

Bilan radiatif et effet de serre

Soleil et Terre – Interactions entre rayonnement et basse atmosphère

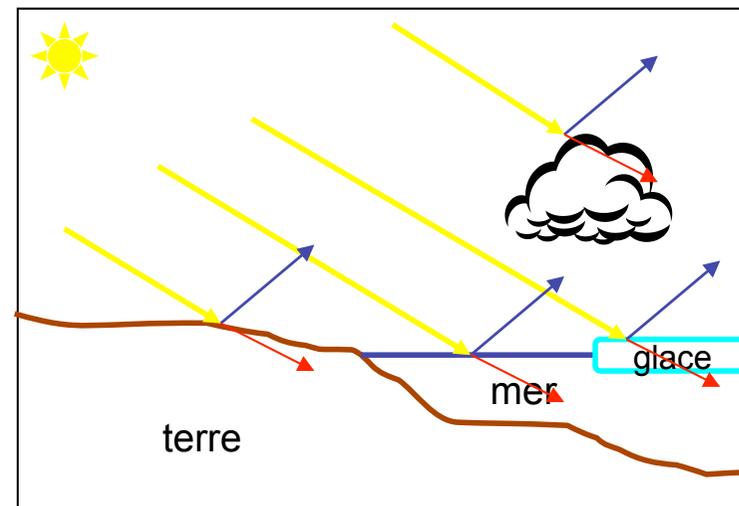


Soleil et Terre – effet d'albédo (réflexion)

$$\text{albédo} = \frac{\text{Rayonnement réfléchi par la Terre}}{\text{Rayonnement solaire reçu par la Terre}}$$

L'albédo moyen du système terres-océans-atmosphère vaut environ 30% :

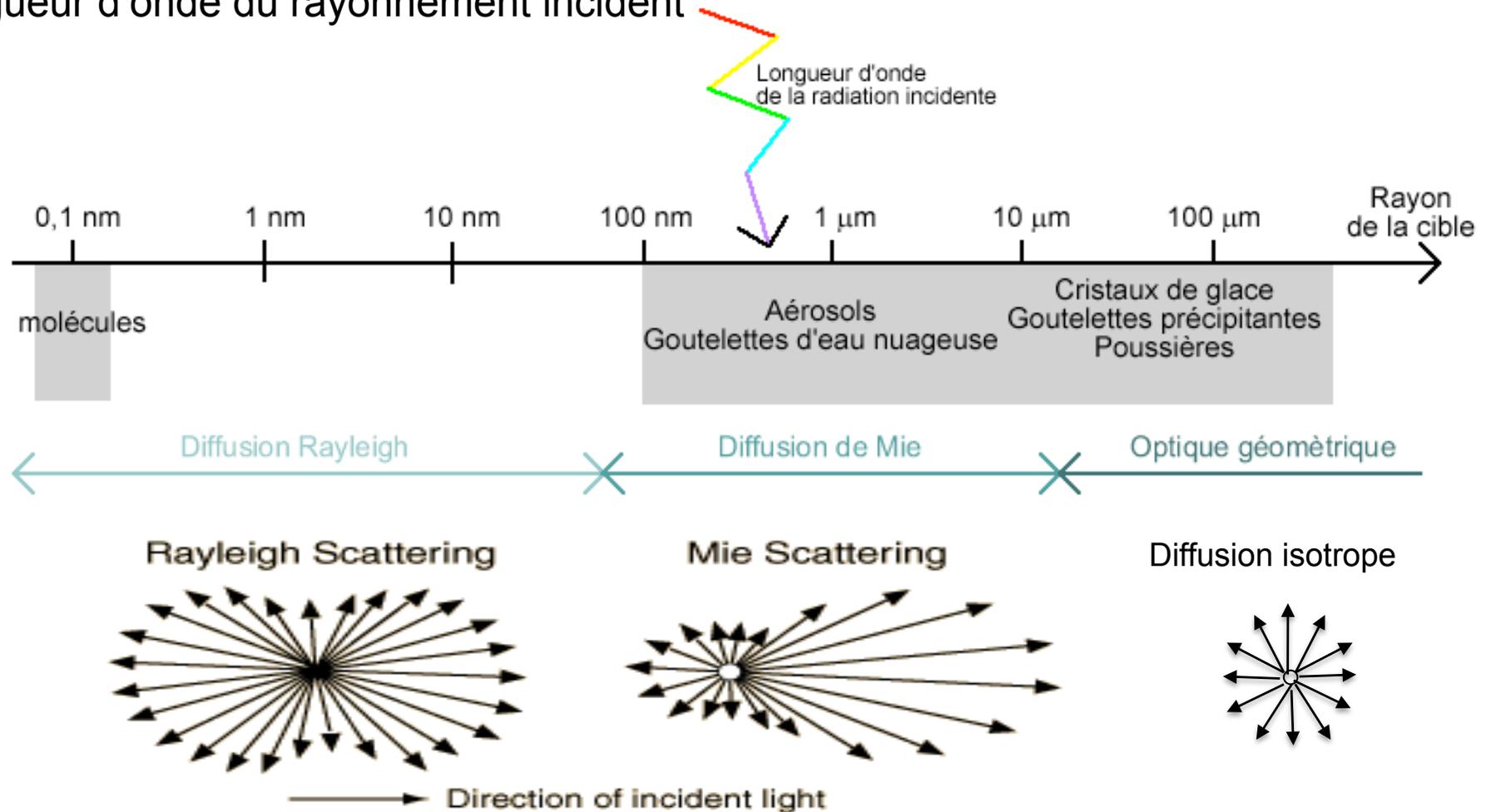
- Les nuages pour 20%
- Le gaz atmosphérique pour 6%
- Les surfaces pour 4% :
 - Glace : 60 à 90%
 - Océans 5%
 - Végétation 10 à 20%



Bilan radiatif et effet de serre

Soleil et Terre – Différentes diffusions

- Différentes diffusions selon la taille des particules diffusantes par rapport à la longueur d'onde du rayonnement incident



Source : Planète Terre, ENS Lyon

Soleil et Terre – équilibre radiatif de la Terre

Principe de conservation de l'énergie :

La Terre réémet tout le rayonnement qu'elle reçoit

Elle reçoit : le rayonnement solaire (**visible**) qui pénètre dans l'atmosphère

$$E_0(1-a)(\pi R_T^2)$$

Elle émet : le rayonnement tellurique (**IR**) émis par sa surface

$$\sigma T^4(4\pi R_T^2)$$

→ L'équilibre radiatif de la Terre s'écrit donc

$$E_0(1-a) = 4\sigma T^4 \rightarrow T = 255 \text{ K} = -18^\circ\text{C}$$



Or on mesure que $T \approx 15^\circ\text{C}$

Il faut tenir compte de l'effet de serre de l'atmosphère!

E_0 : constante solaire = 1370 W.m^{-2}

a : albédo de la Terre = 0.3

R_T : rayon de la Terre

σ : constante de Stefan = $5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

T : température de la Terre