



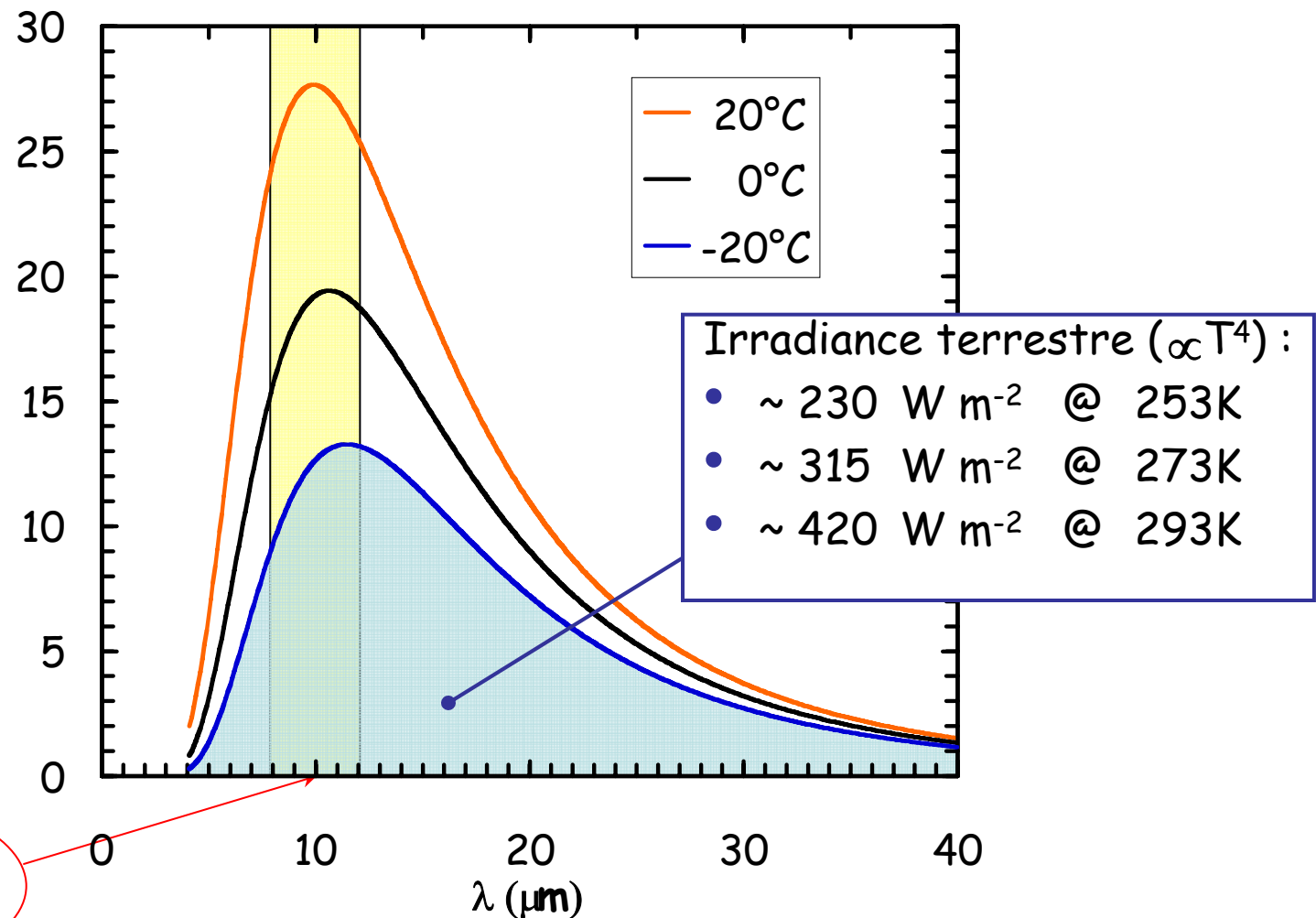
Introduction à la Météorologie SCA2611

Table des matières

#3 Le rayonnement thermique et la chaleur

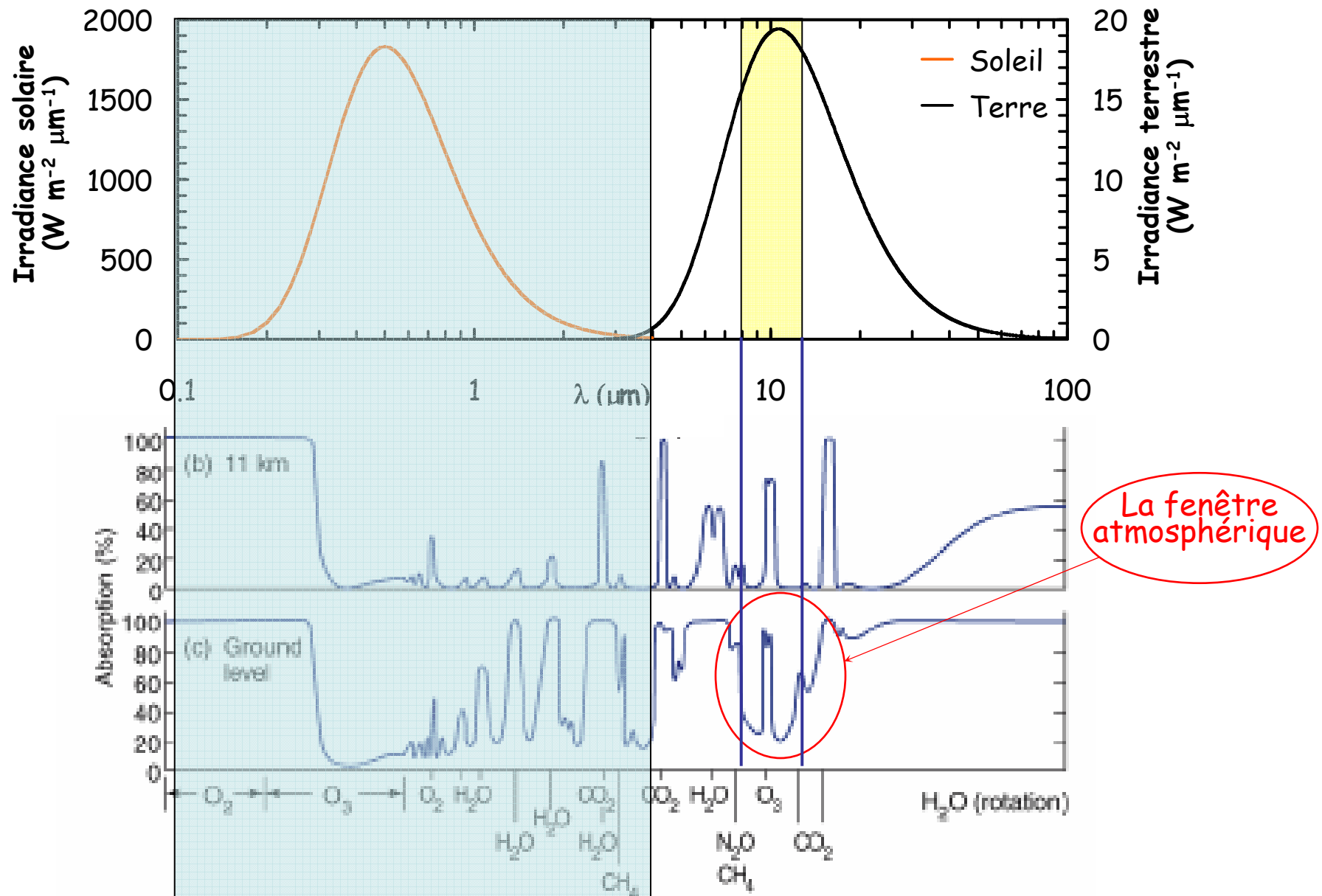
- Le rayonnement infrarouge
- Effet des nuages sur la température
- Effet de l'humidité sur la température
- L'effet de serre
- Cycle diurne et annuel de la température
- Bilan global d'énergie

Spectre d'émission terrestre et atmosphérique (Rayonnement infrarouge)



Environ 25% de rayonnement entre 8 μm et 12 μm

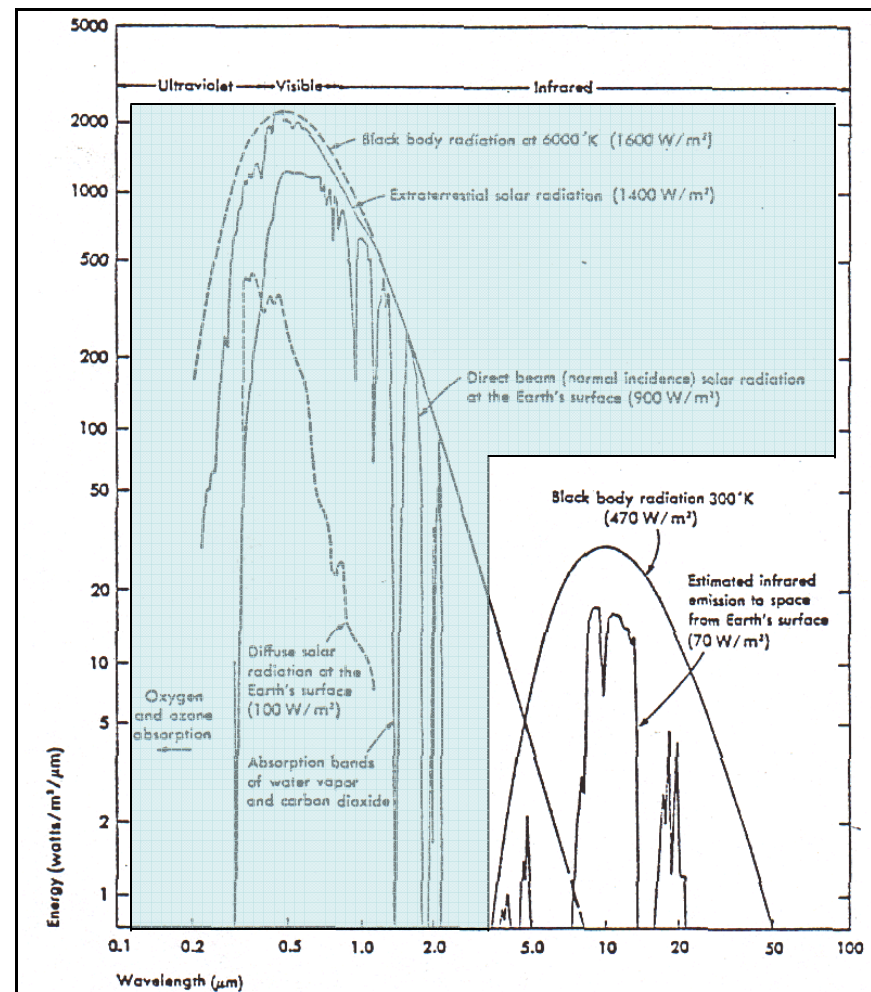
Absorption du rayonnement infrarouge par l'atmosphère



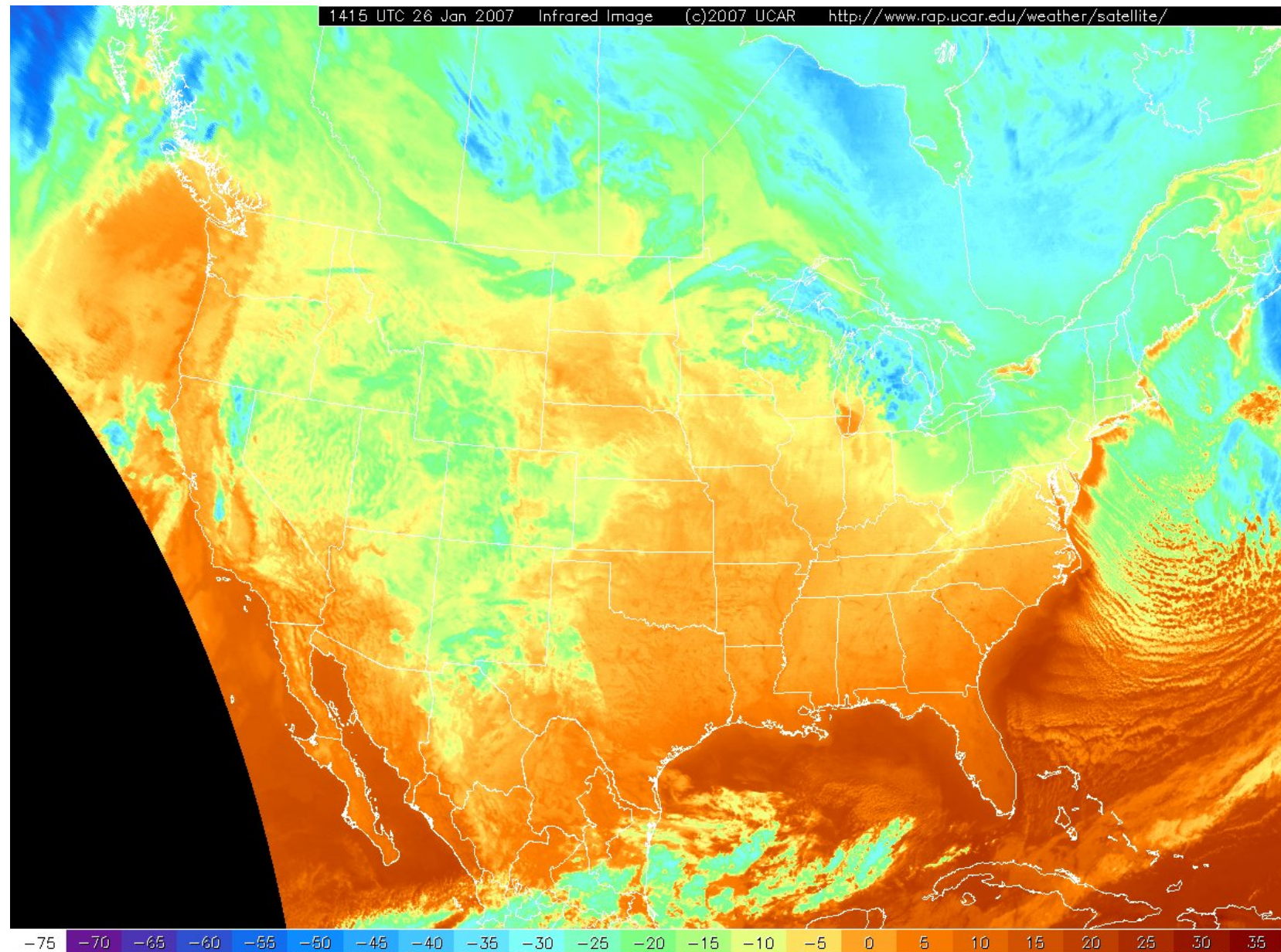
La « fenêtre atmosphérique »

- Correspond à la gamme de longueurs d'onde entre 8 et 12 μm qui ne sont pas absorbées par l'air atmosphérique.
- Ces longueurs d'onde sont absorbées par l'eau et la glace (nuages).

Émission terrestre vue de l'espace



Images satellitaires (infrarouge)



Effet des nuages sur la température

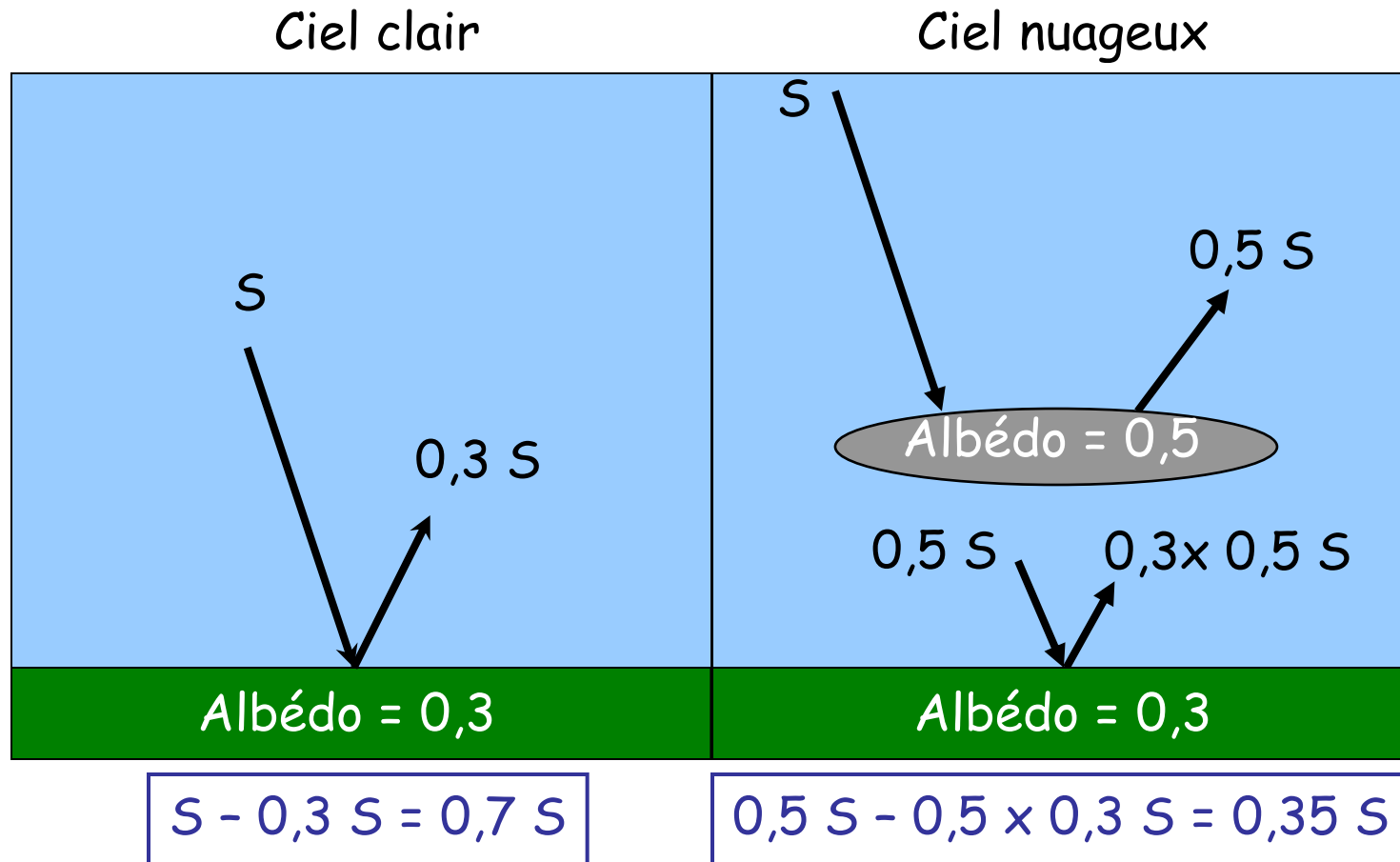
Effet des nuages sur la température au sol

L'effet des nuages dépend de plusieurs facteurs

- La présence du Soleil (nuit ou jour)
- La hauteur des nuages
- La nature de la surface (végétation ou neige)

Le jour (végétation)

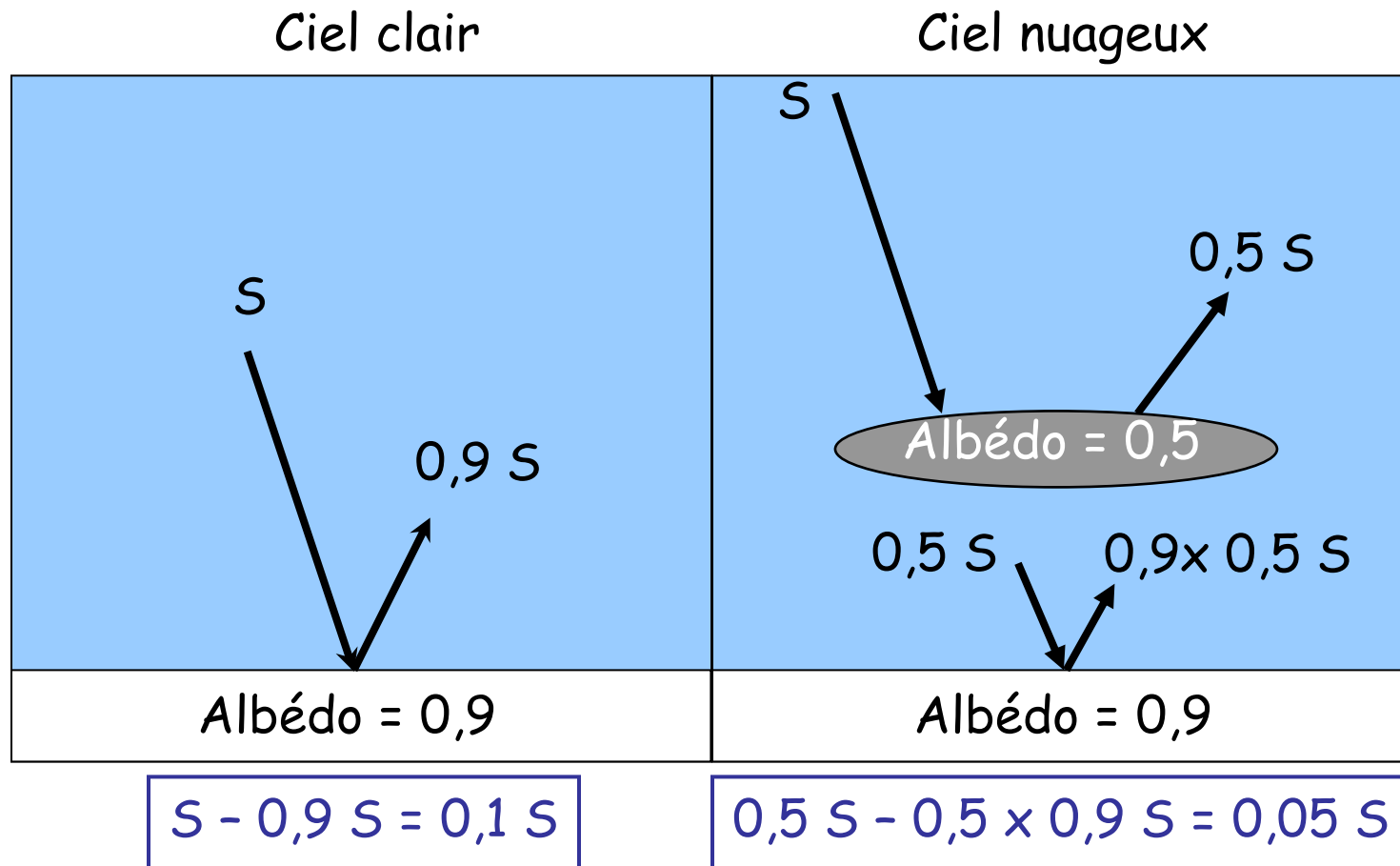
S : Rayonnement solaire



➤ Il fait plus chaud par ciel clair que par ciel nuageux.

Le jour (neige)

S : Rayonnement solaire



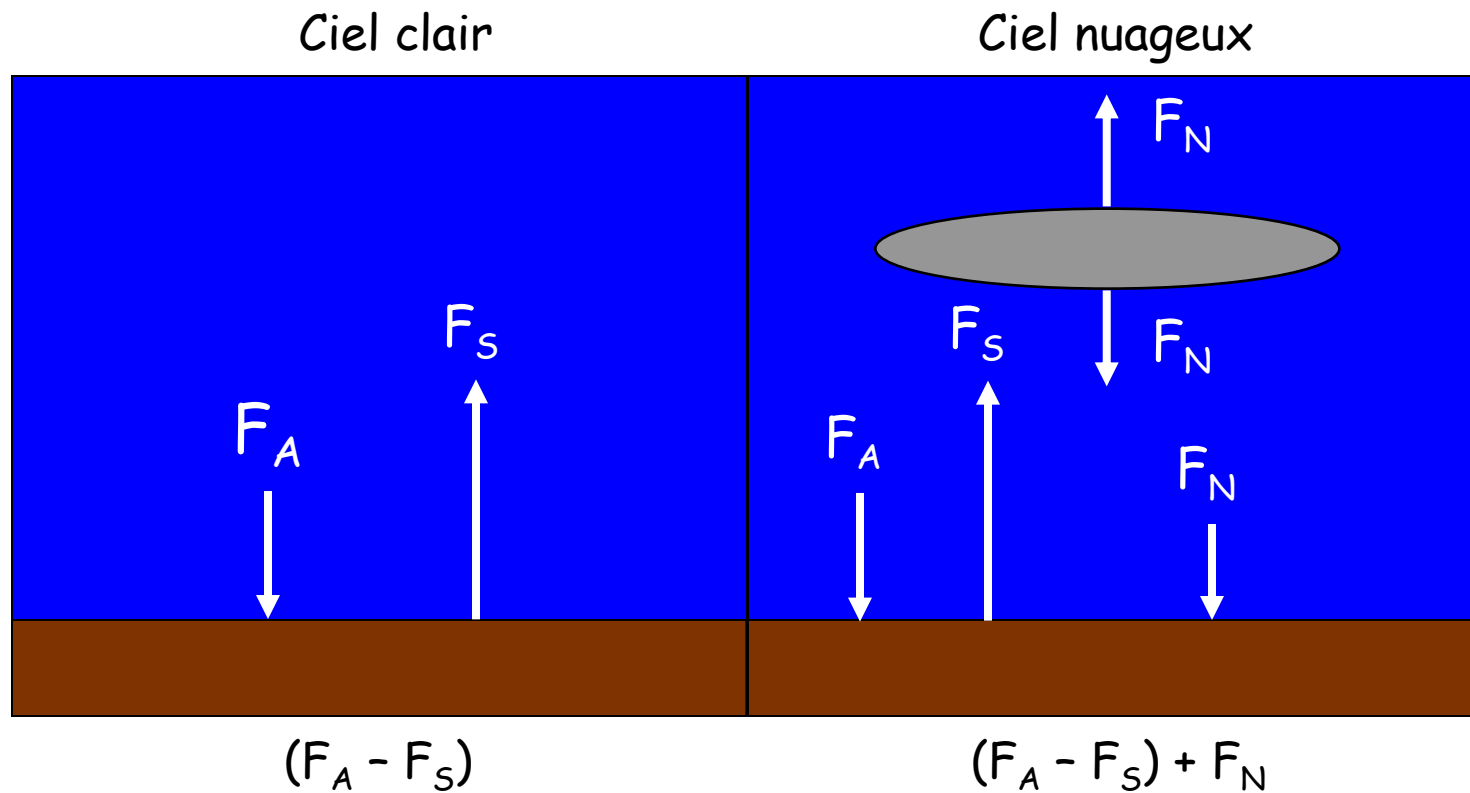
- Il fait plus chaud par ciel clair que par ciel nuageux.
- Il fait plus chaud sans neige au sol.

Effet des nuages le jour

- La température diminue en présence des nuages.
- Le refroidissement est plus important en présence de neige au sol (albédo grand) qu'en son absence (albédo petit).

La nuit

F_A : Rayonnement en provenance de l'air
 F_S : Rayonnement en provenance du sol
 F_N : Rayonnement en provenance du nuage
 (Plus le nuage est bas plus $F_N \uparrow$ car $T_N \uparrow$)



Ciel clair

- Diminution de la T de surface

Ciel nuageux

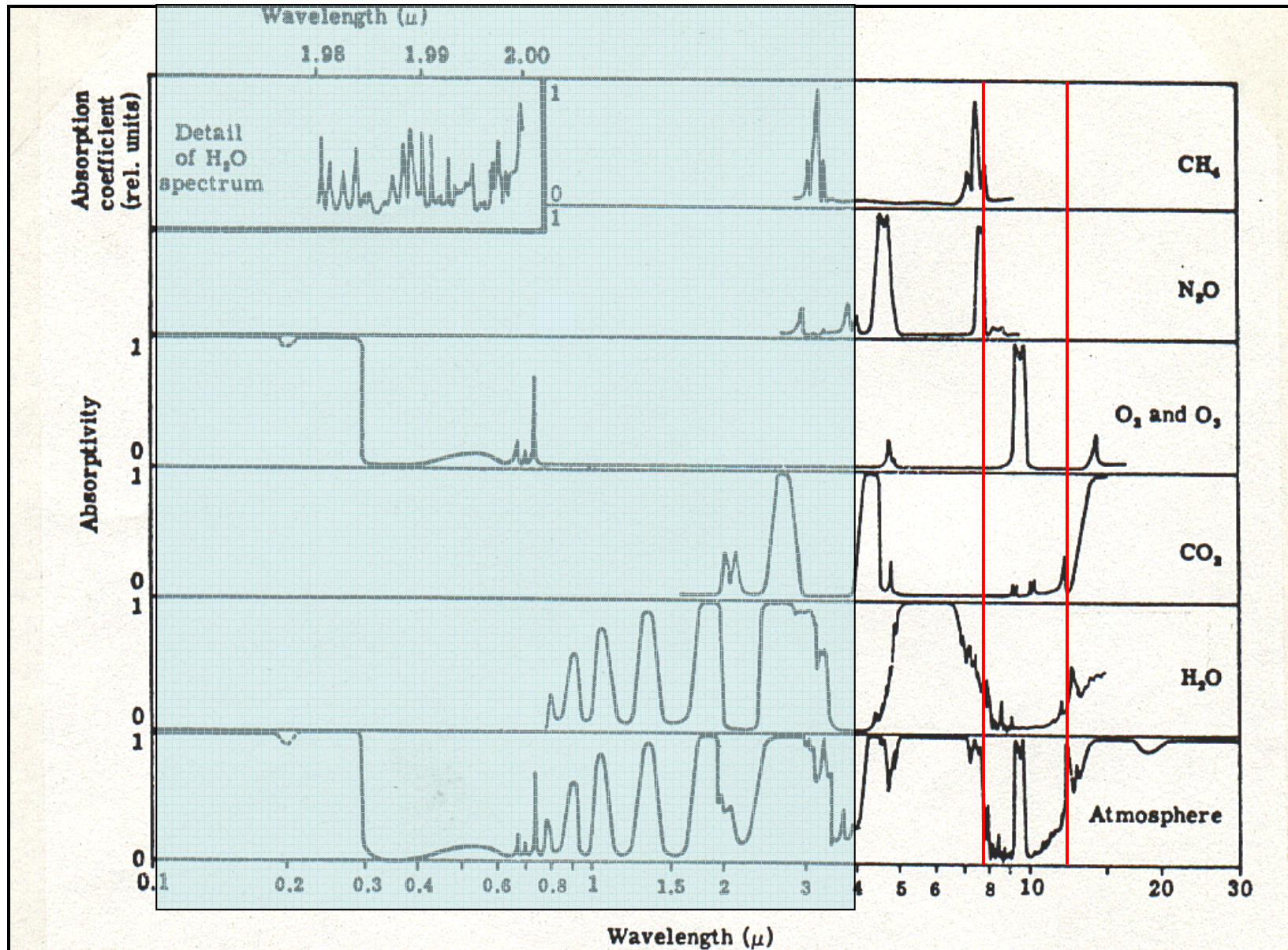
- Refroidissement moins important que pour ciel clair

Effet des nuages la nuit

- Les nuits nuageuses sont plus chaudes que les nuits claires.
- Le refroidissement nocturne est moins grand en présence de nuages bas que de nuages hauts.

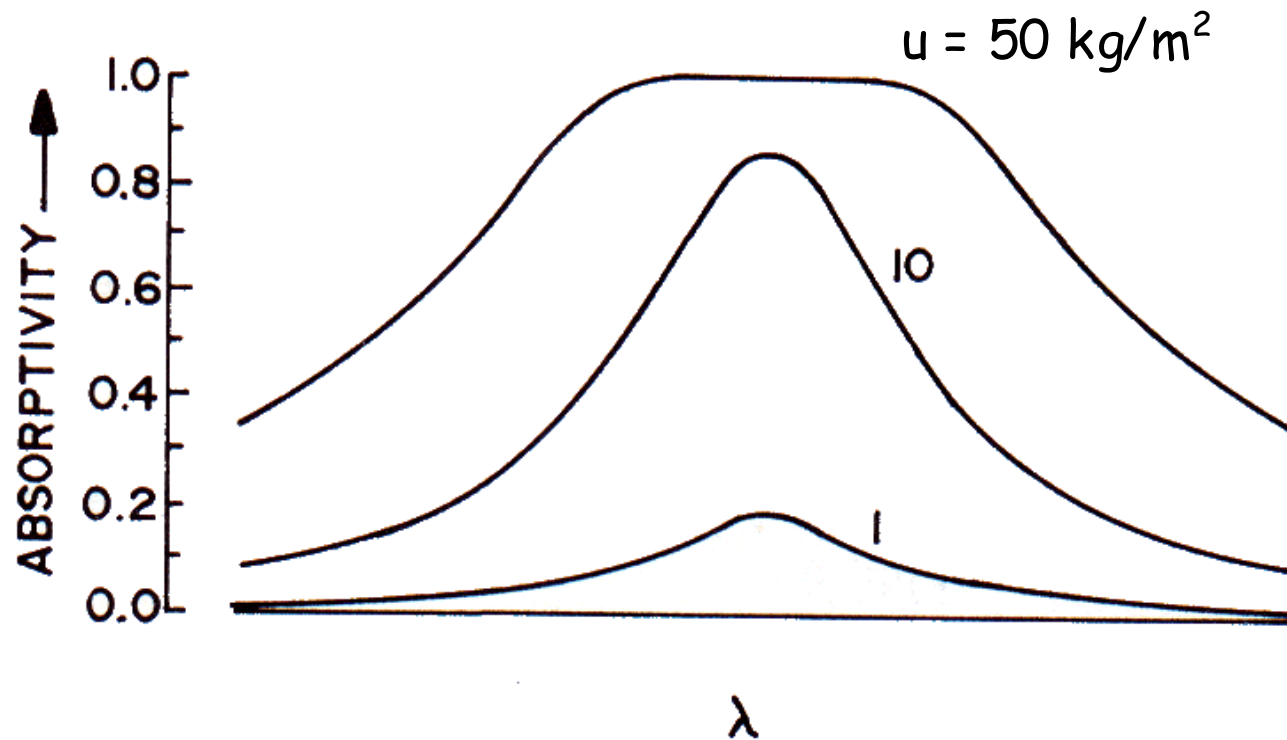
Effet de l'humidité sur la température nocturne

Spectres d'absorption

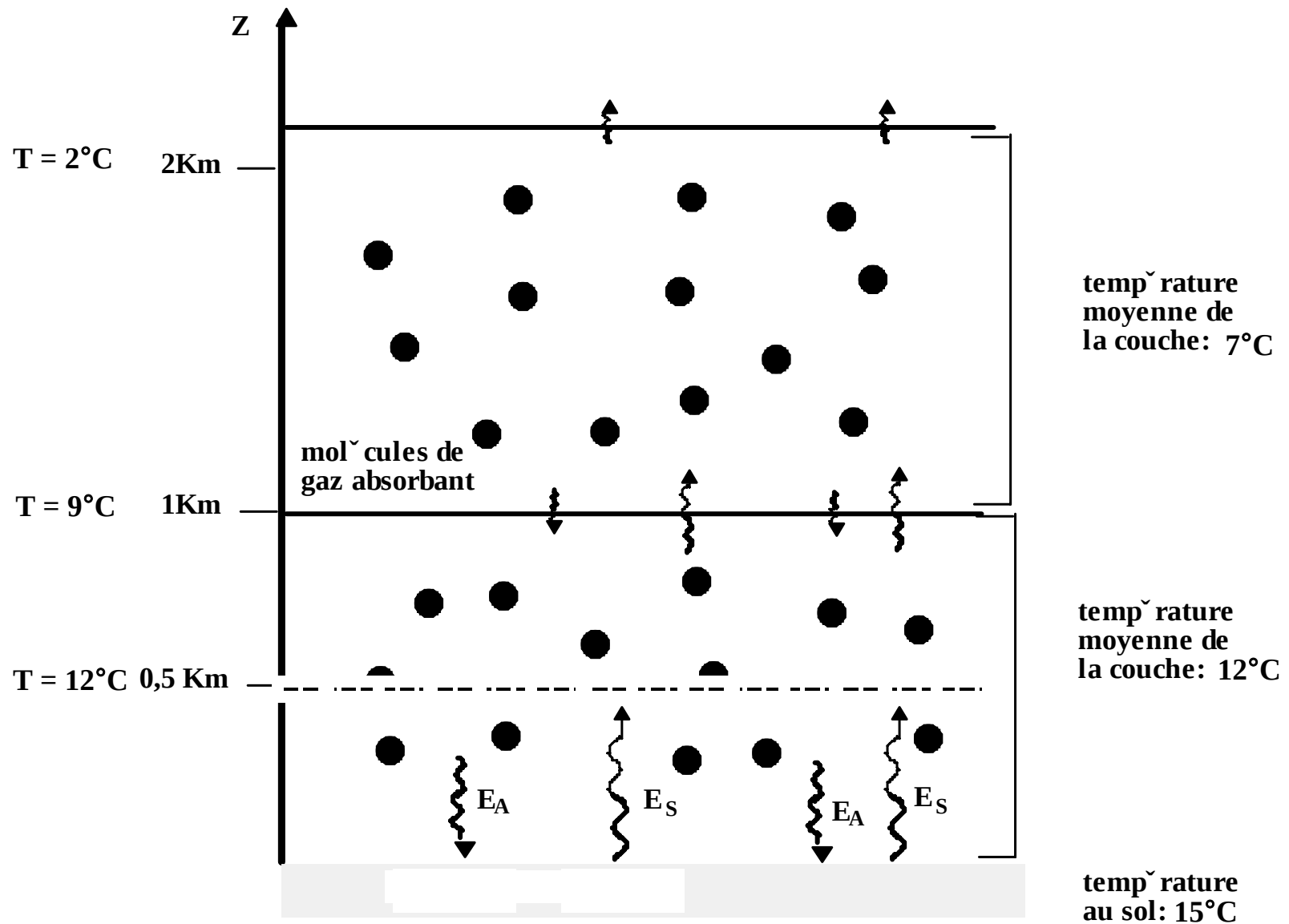


La vapeur d'eau

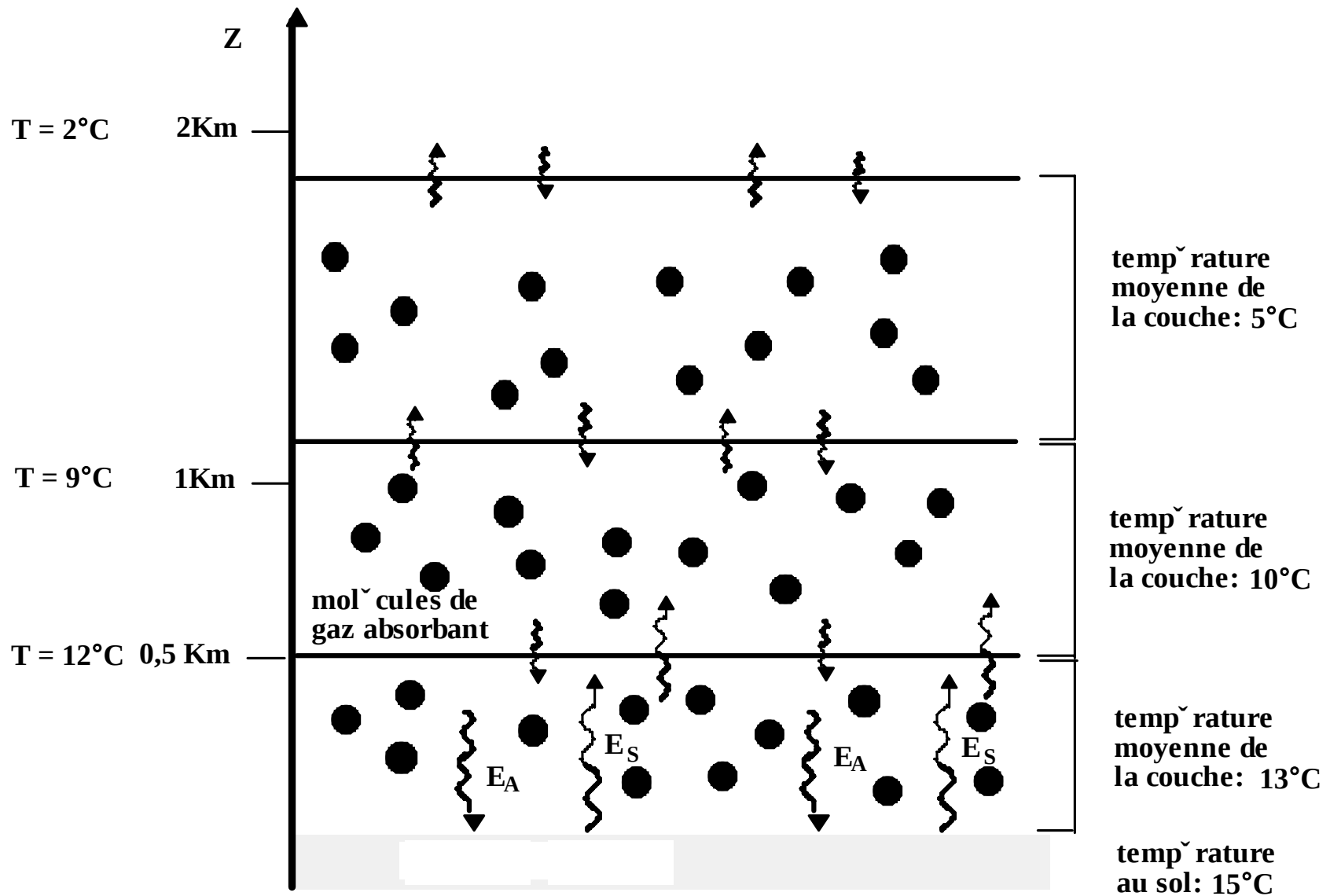
Il faut assez de vapeur d'eau pour absorber efficacement la radiation.



Nuit sèche



Nuit humide

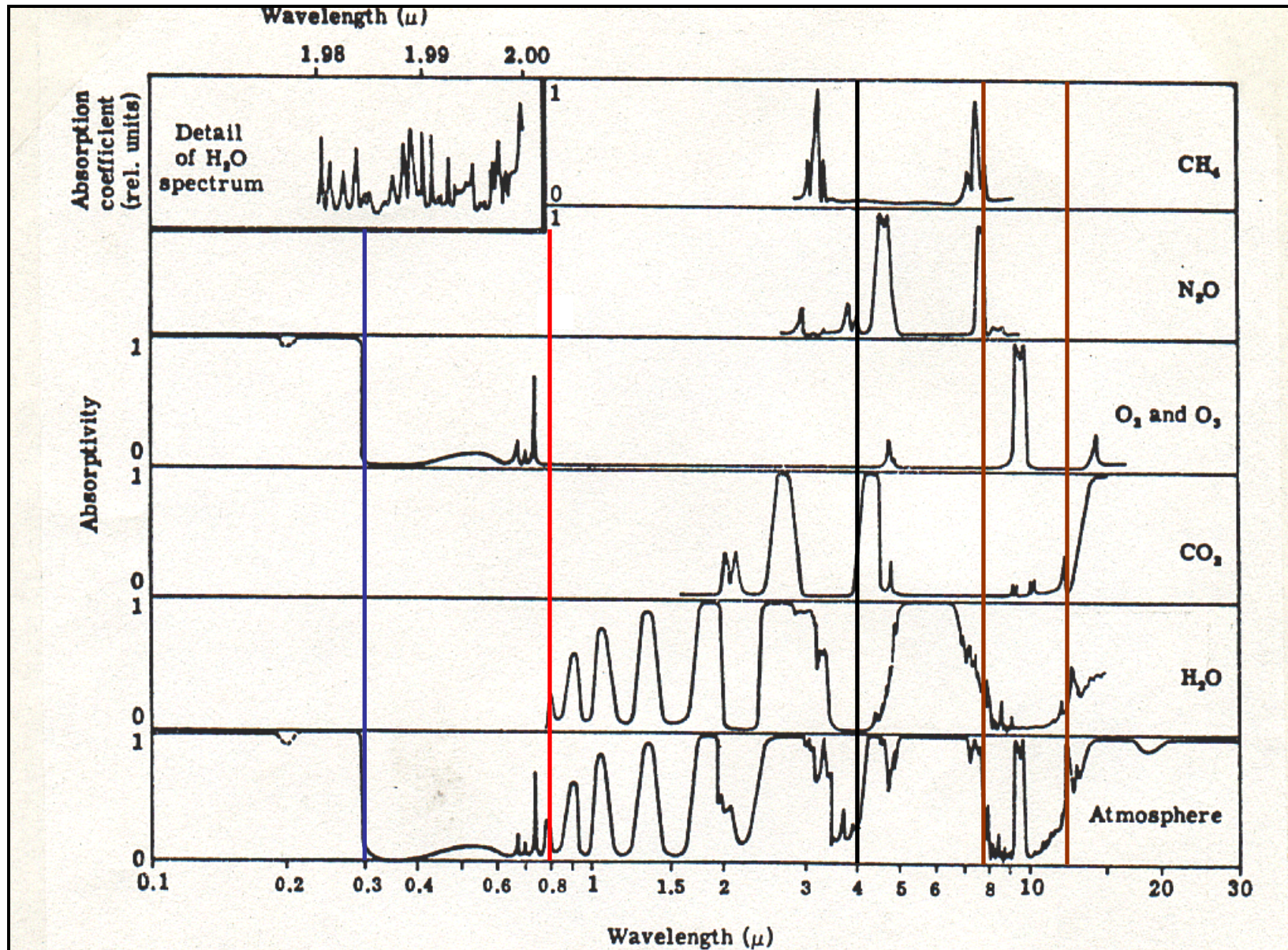


Effet de l'humidité sur la température nocturne

- Il fait plus chaud la nuit quand le taux d'humidité est élevé.

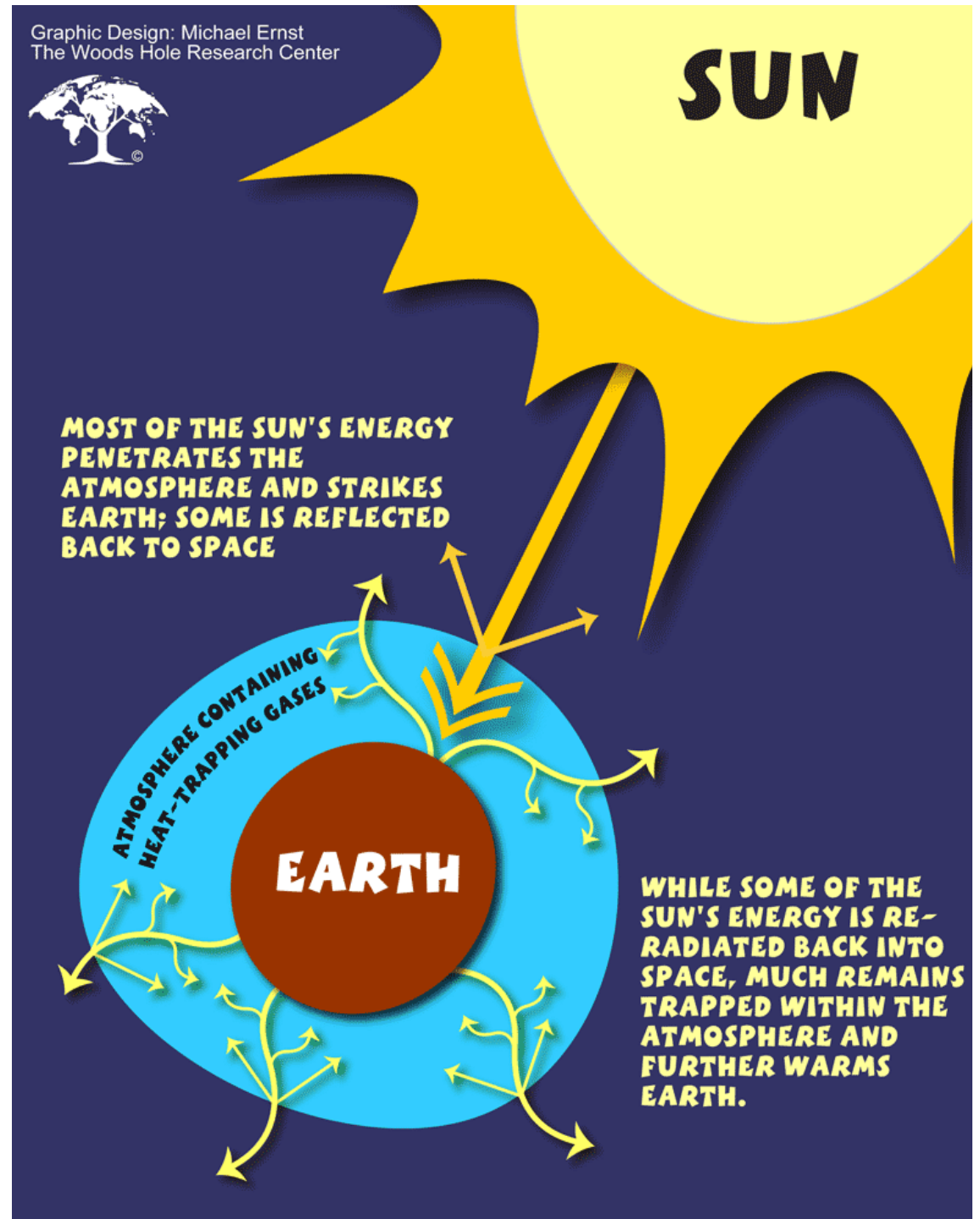
Effet de serre

Spectres d'absorption



L'effet de serre

L'effet de serre a été nommé ainsi par analogie avec la pratique en culture de construire des serres laissant passer la chaleur du soleil et la retenant prisonnière à l'intérieur afin de permettre aux plantes de bénéficier d'un micro-climat artificiel.



Gaz à effet de serre

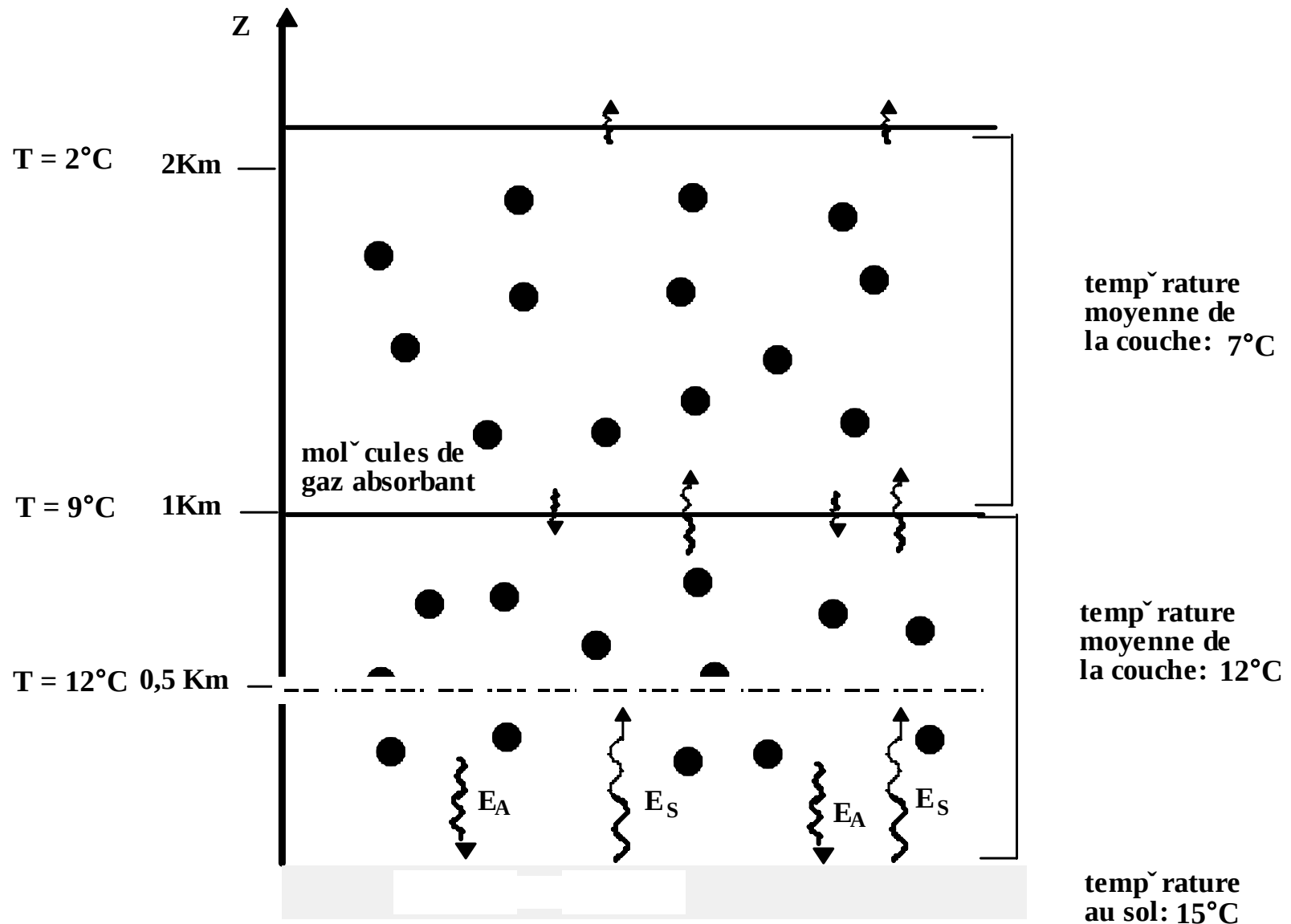
- Vapeur d'eau (H_2O)
- Gaz carbonique (CO_2)
- Méthane (CH_4)
- Ozone (O_3)
- Protoxyde d'azote (N_2O)

Effet de serre

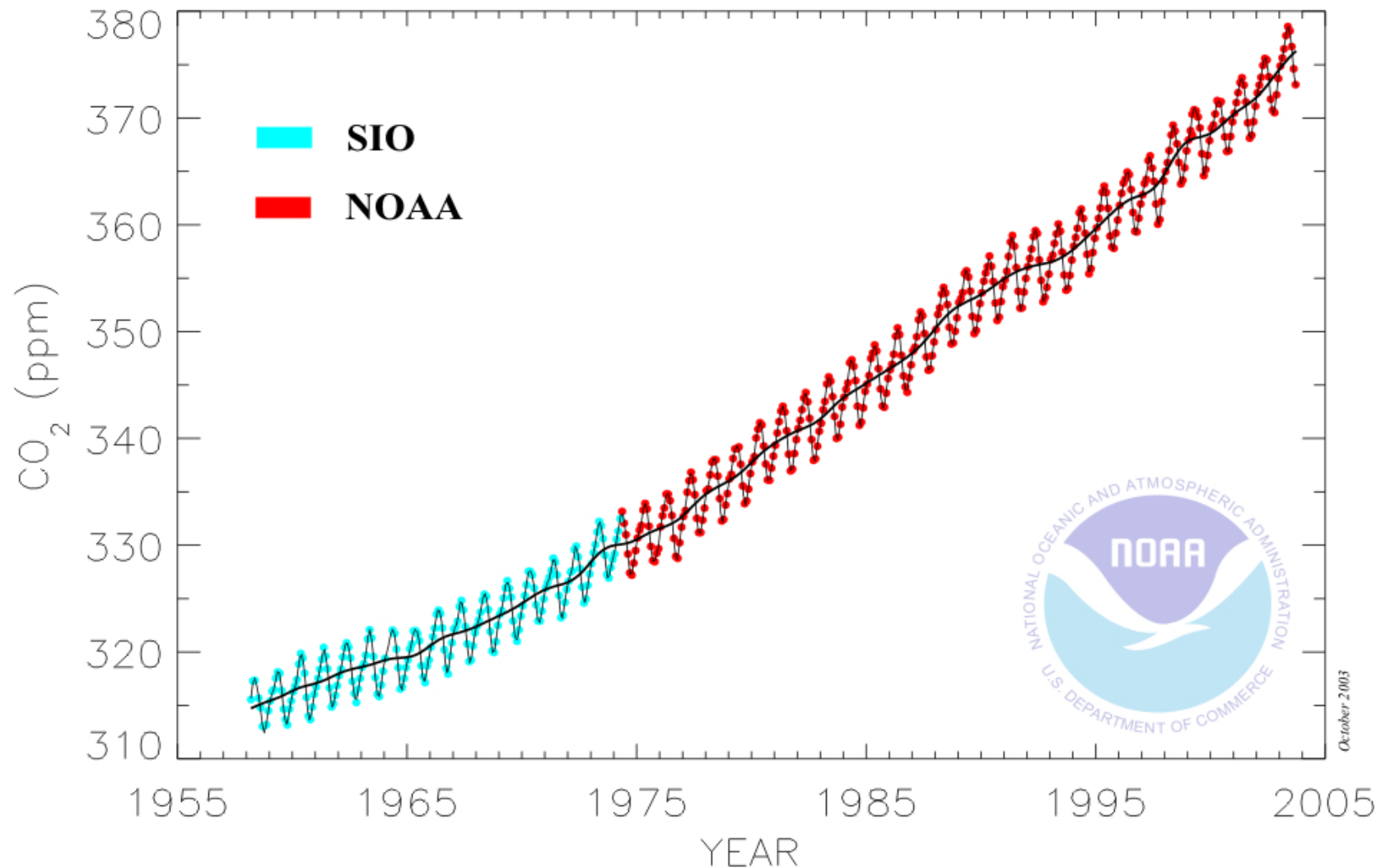
- Sans l'effet de serre, la température moyenne de la surface de la Terre serait de -18°C .
- Grâce à l'effet de serre, la température moyenne de la surface de la Terre est de 13°C .

Le gaz carbonique (CO_2) : l'effet de serre

Concentration normale de CO_2



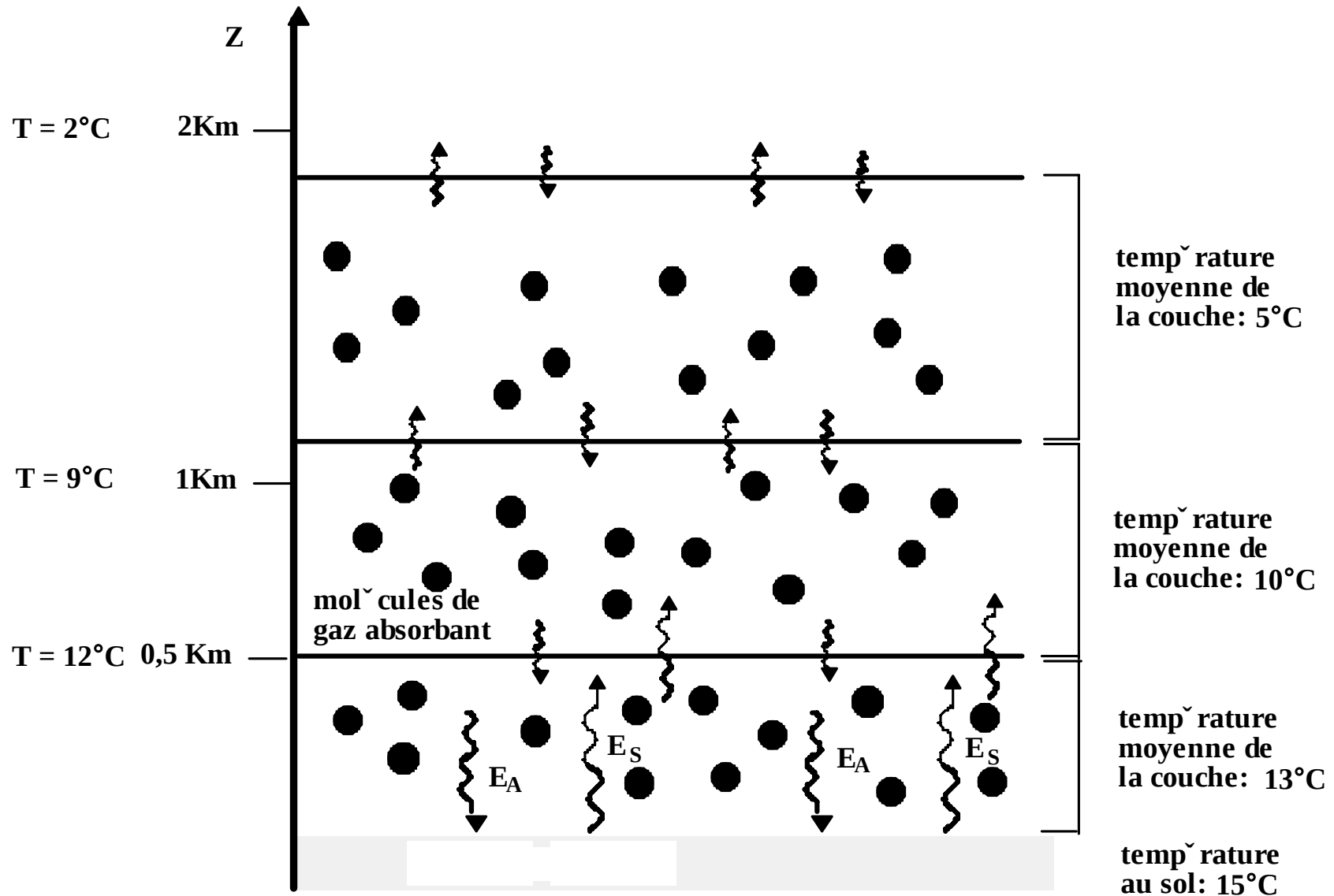
Mauna Loa Monthly Mean Carbon Dioxide



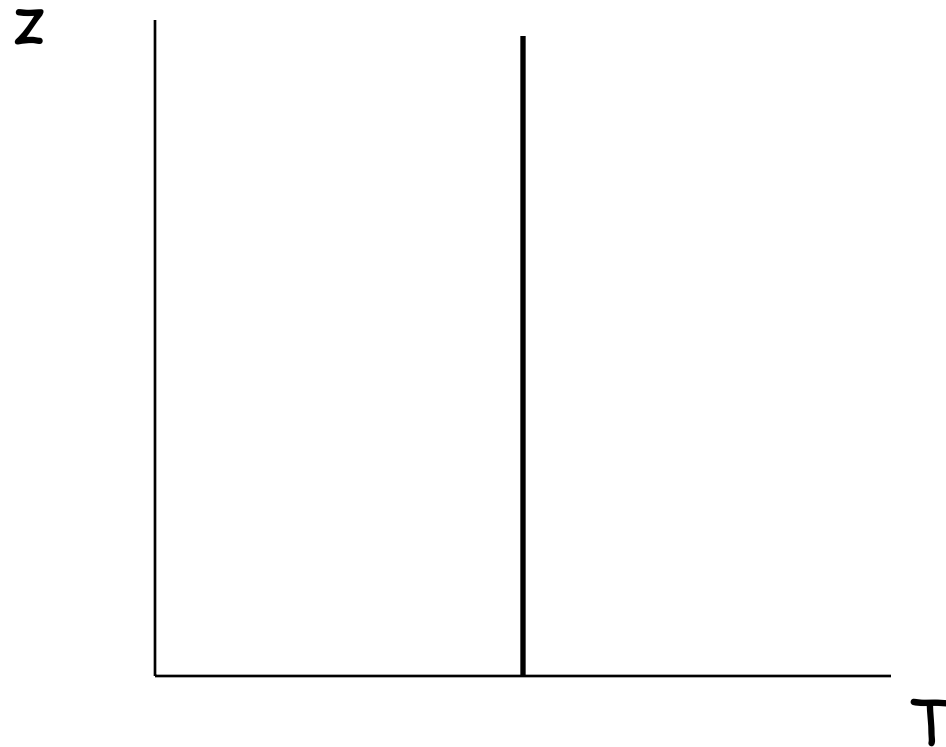
Atmospheric carbon dioxide monthly mean mixing ratios. Data prior to May 1974 are from the Scripps Institution of Oceanography (SIO, blue), data since May 1974 are from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, red). A long-term trend curve is fitted to the monthly mean values. Principal investigators: Dr. Pieter Tans, NOAA CMDL Carbon Cycle Greenhouse Gases, Boulder, Colorado, (303) 497-6678, pieter.tans@noaa.gov, and Dr. Charles D. Keeling, SIO, La Jolla, California, (616) 534-6001, cdkeeling@ucsd.edu.

Le réchauffement climatique

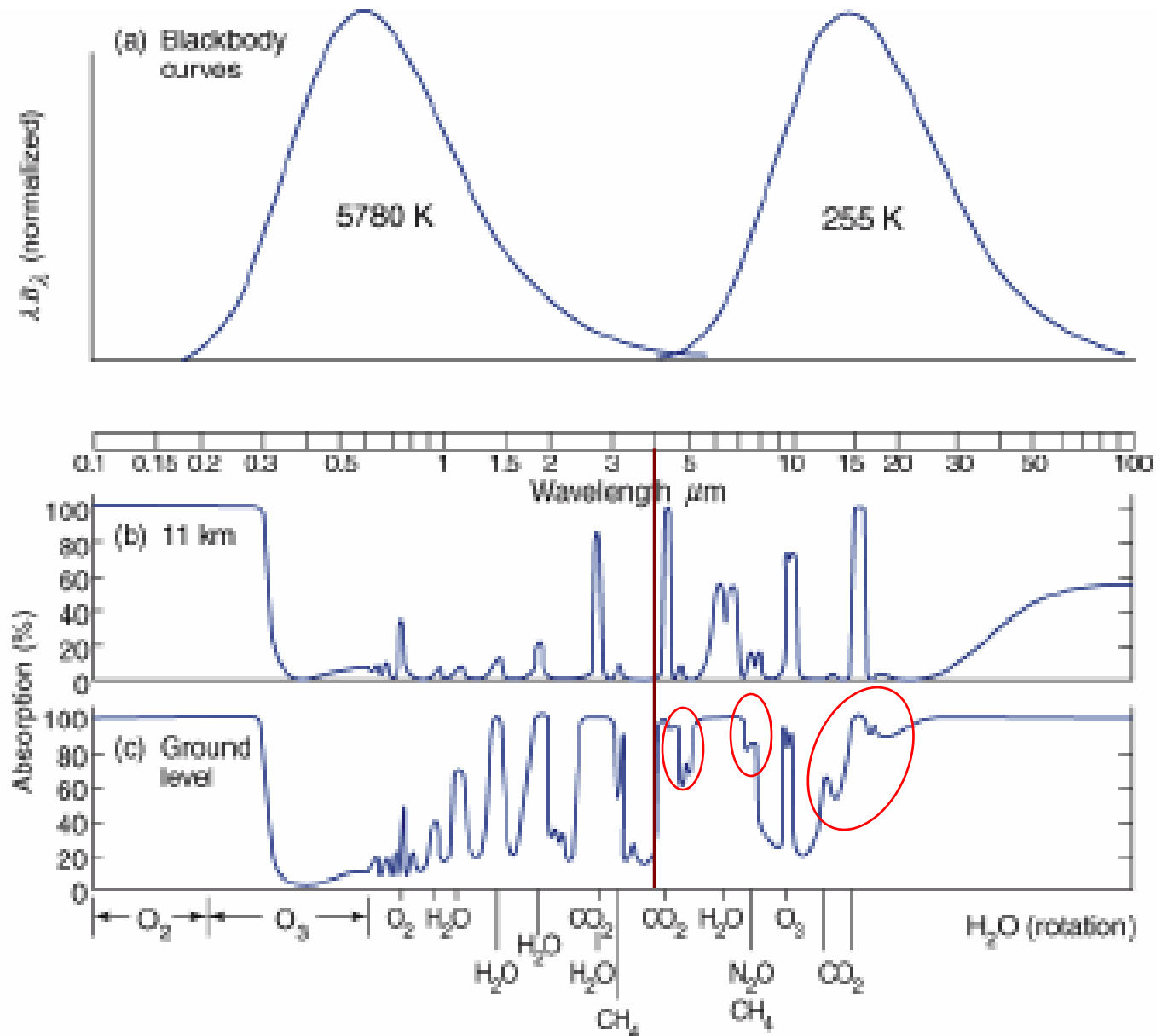
Grande concentration de CO_2



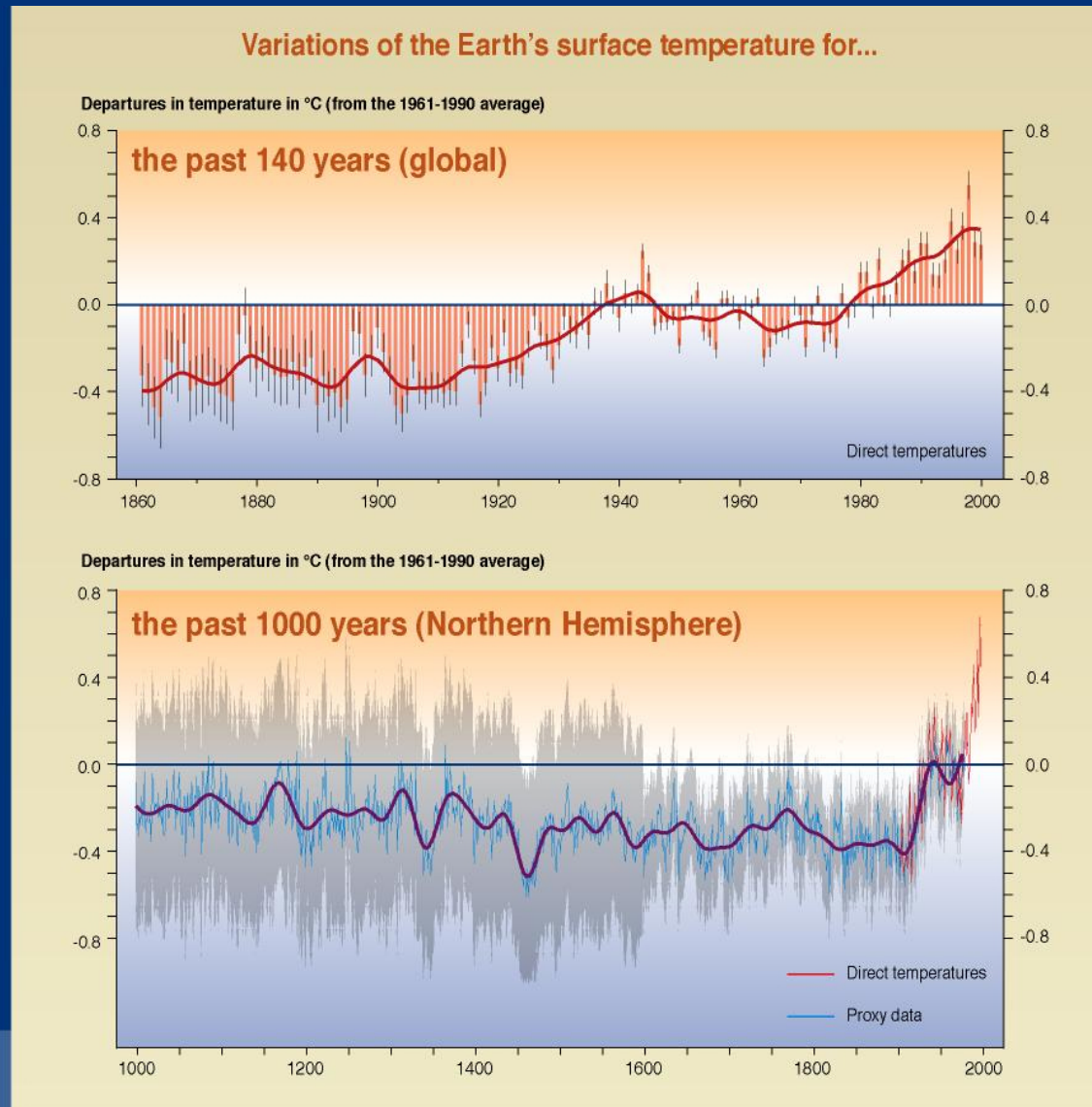
Et si $T(z) = \text{constant}$, y aurait-il une augmentation de l'effet de serre causée par une augmentation de CO_2 ?



Le réchauffement climatique



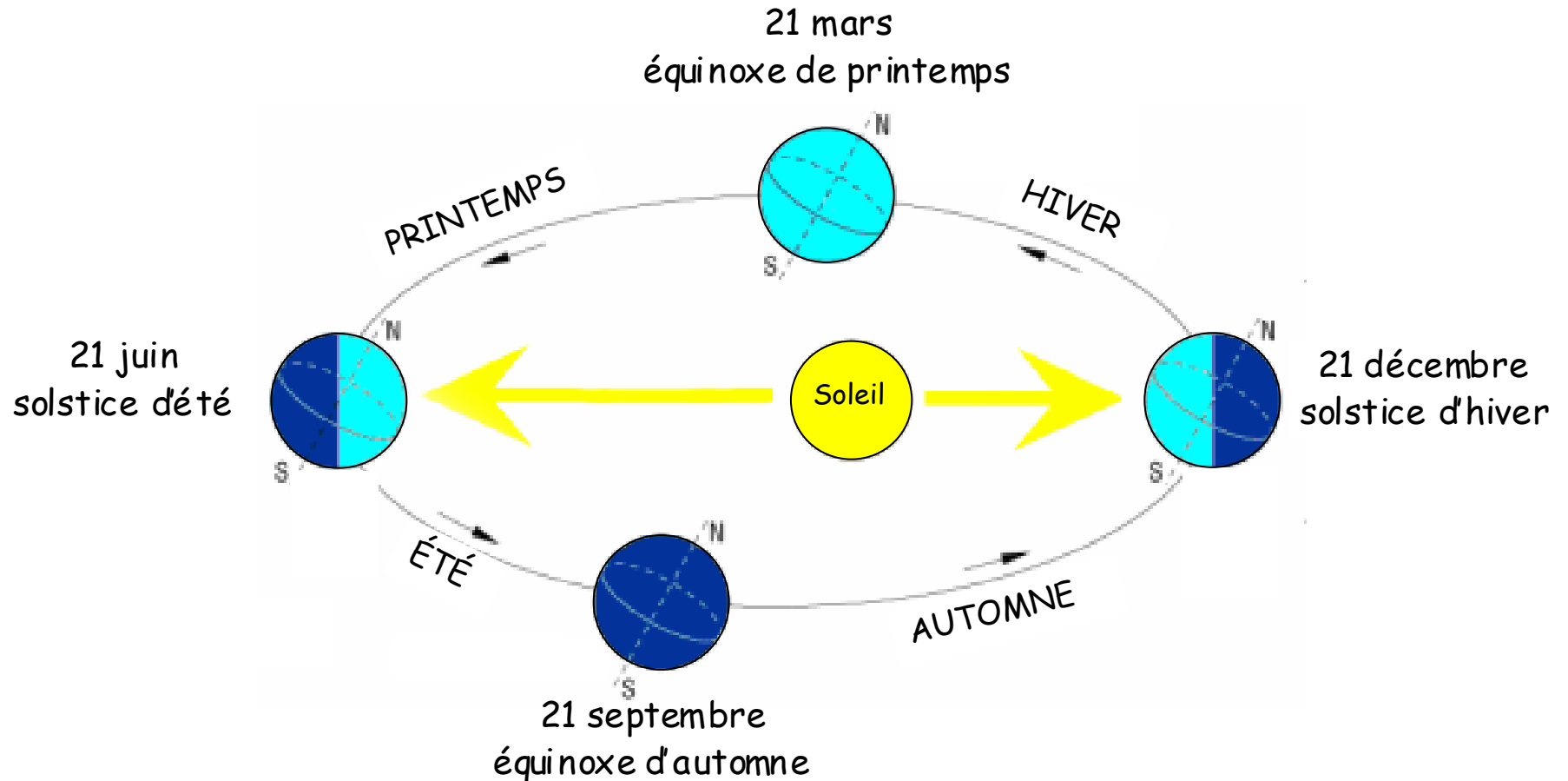
Évolution de la température



Cycle diurne et annuel de la température

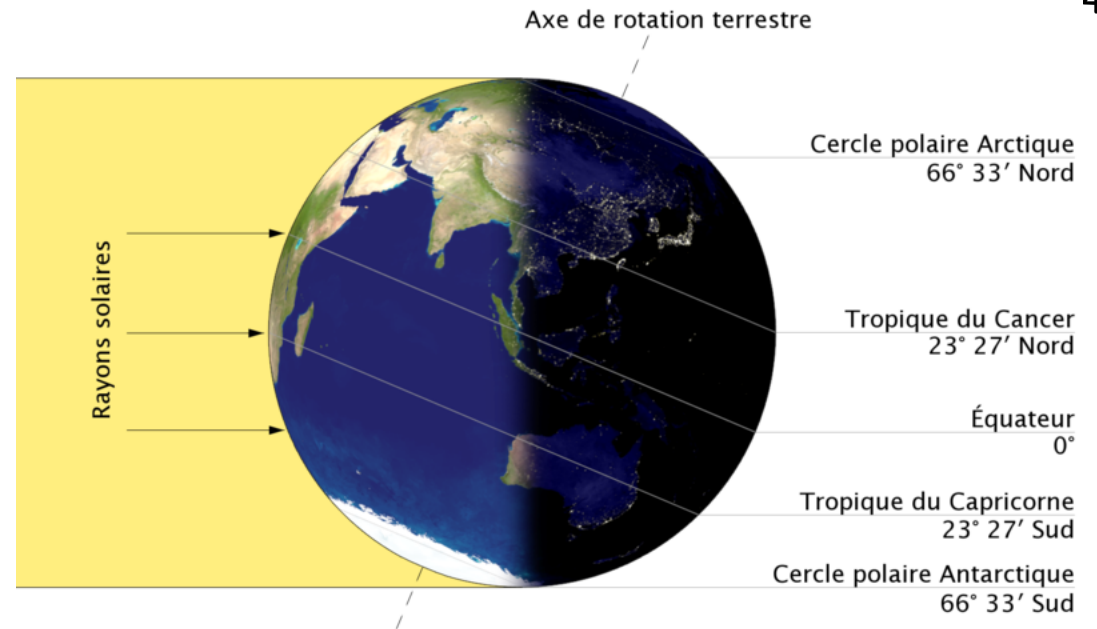
Les saisons

Variations de la distance Terre-Soleil	
1 ^{er} janvier	14 700 1000 km
1 ^{er} avril	14 950 1000 km
1 ^{er} juillet	15 200 3000 km
1 ^{er} octobre	14 950 1000 km



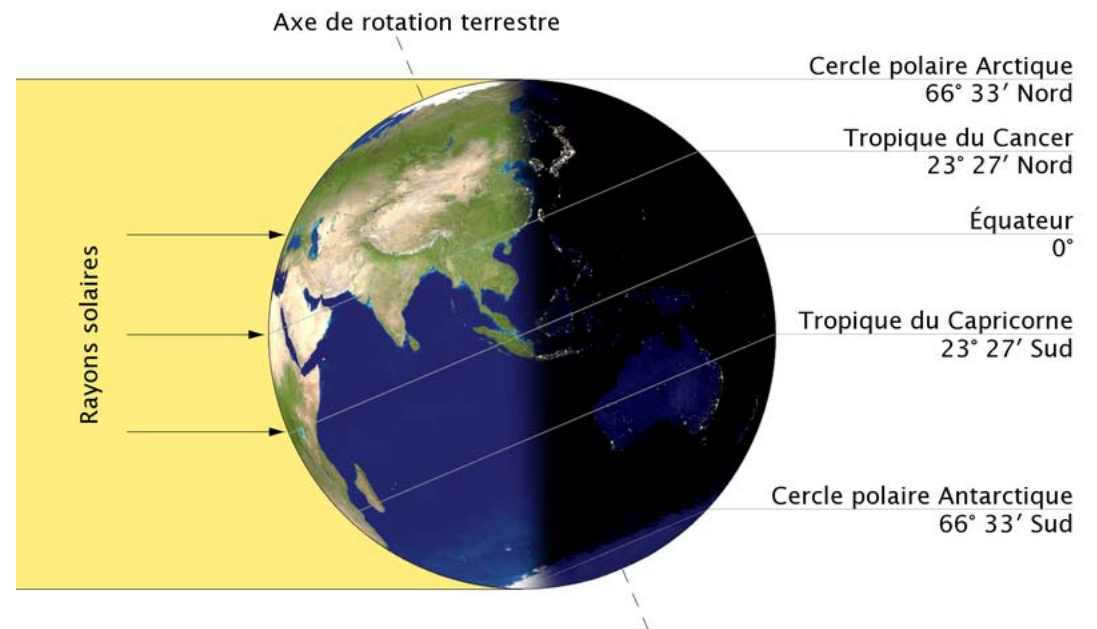
Le solstice d'hiver

- Hiver: max d'énergie reçue à 15S

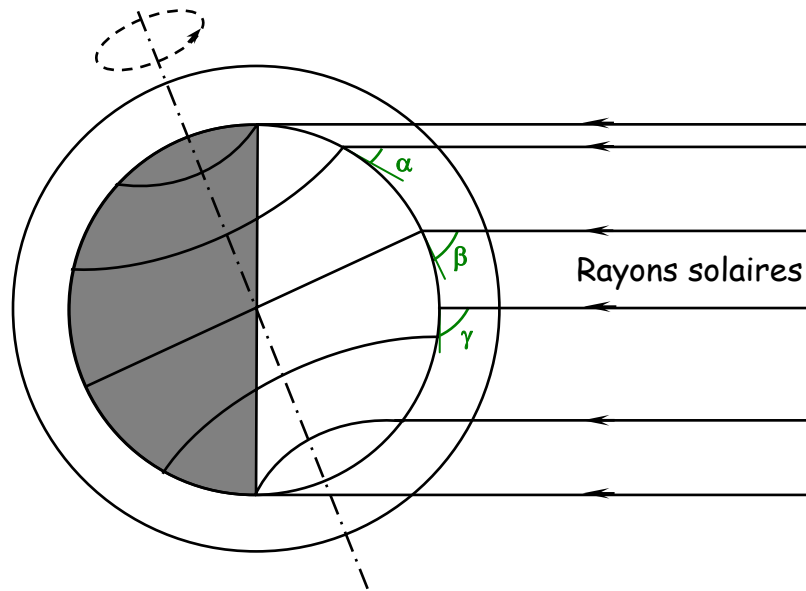


Le solstice d'été

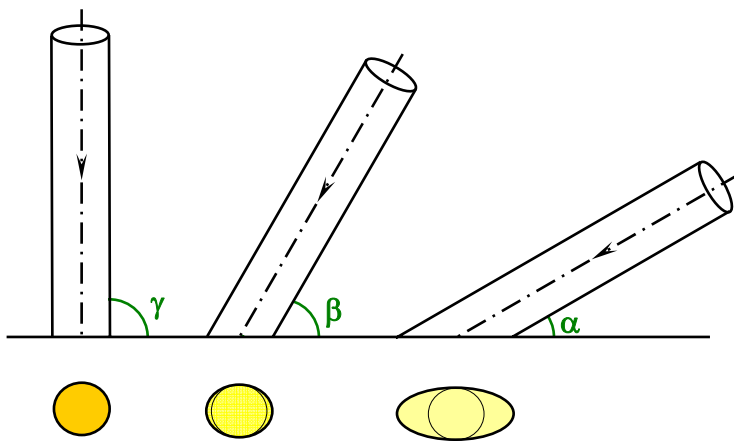
- Été : max d'énergie reçue à 15N



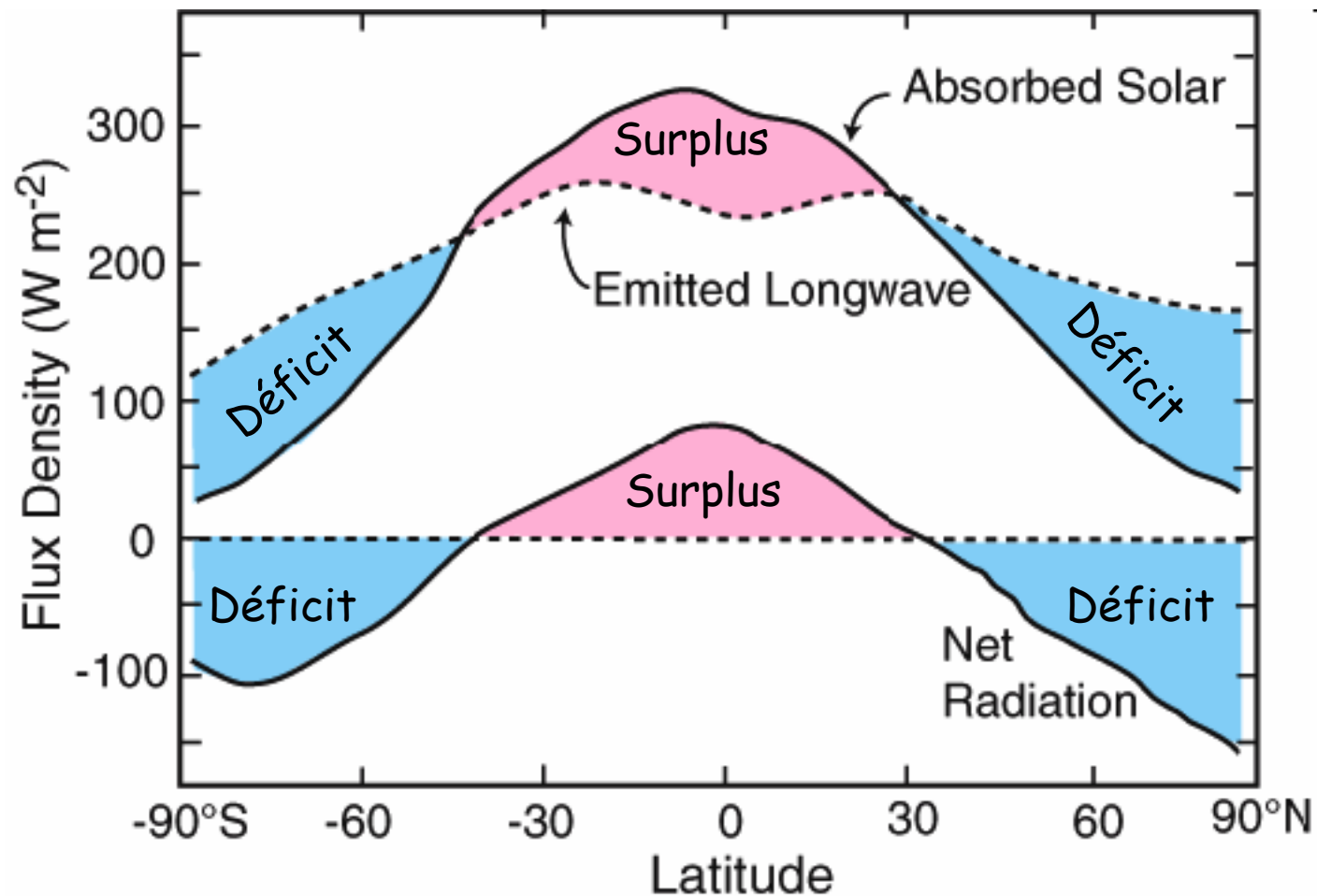
L'inclinaison du Soleil



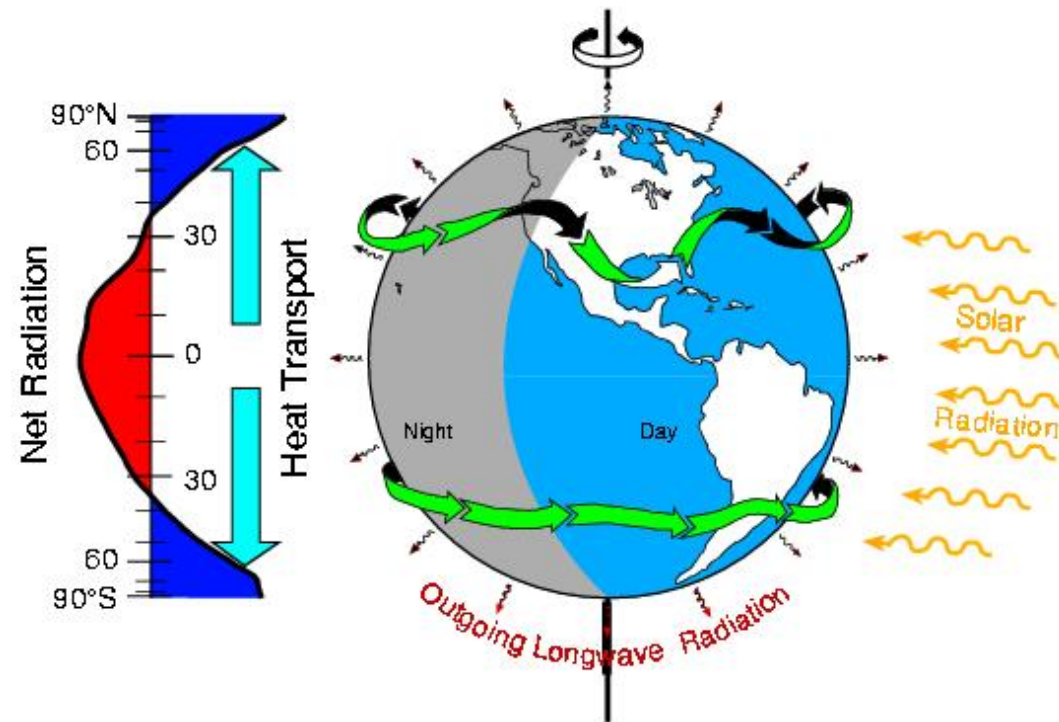
- Même en l'absence d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre, l'énergie reçue varie selon la latitude.
- L'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre introduit une variation temporelle locale d'énergie reçue.



Radiation solaire et infrarouge (bilan en fonction de la latitude)



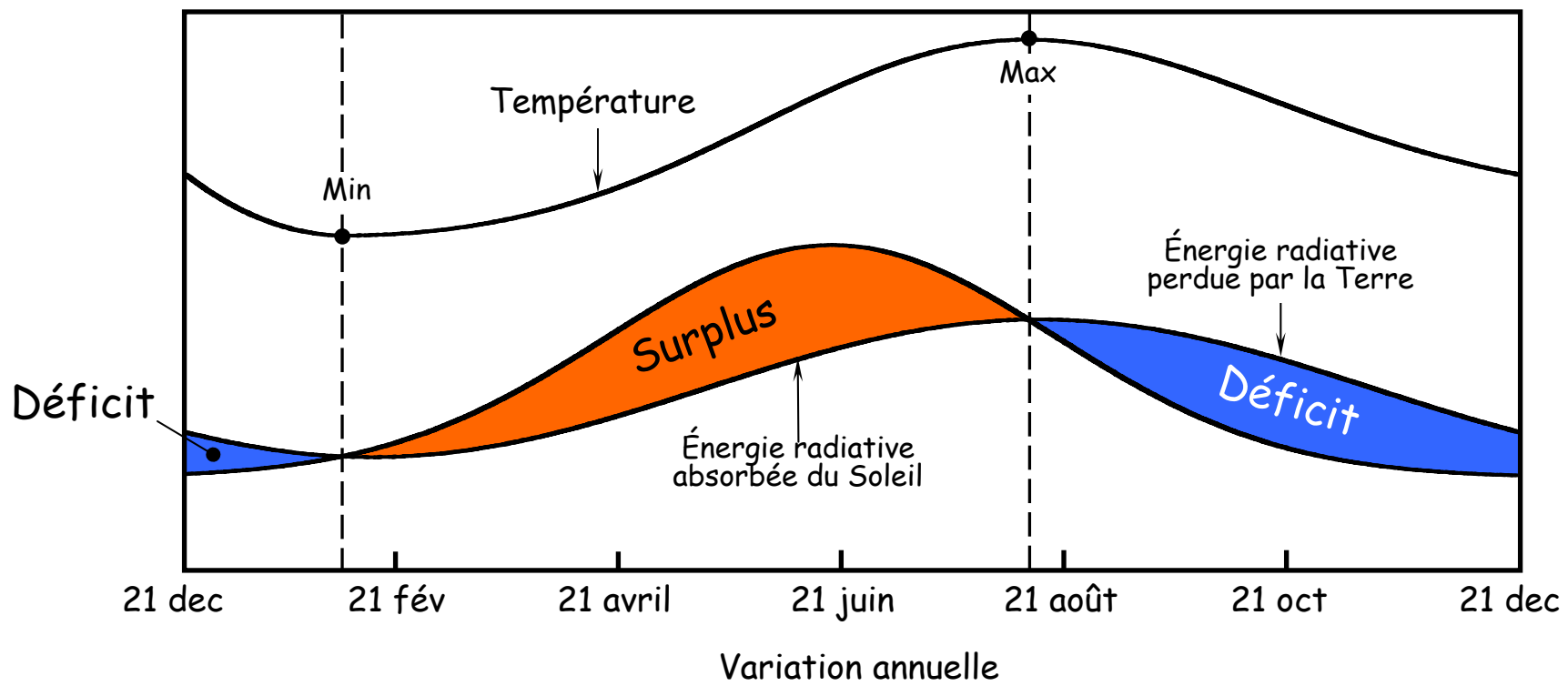
Échange d'énergie entre les basses et hautes latitudes



- La circulation atmosphérique : les perturbations atmosphériques (hautes et basses pressions) entraînent l'air chaud vers les pôles et l'air froid vers l'équateur.
- Les courants marins qui contribuent à amoindrir les écarts de température sur la planète.

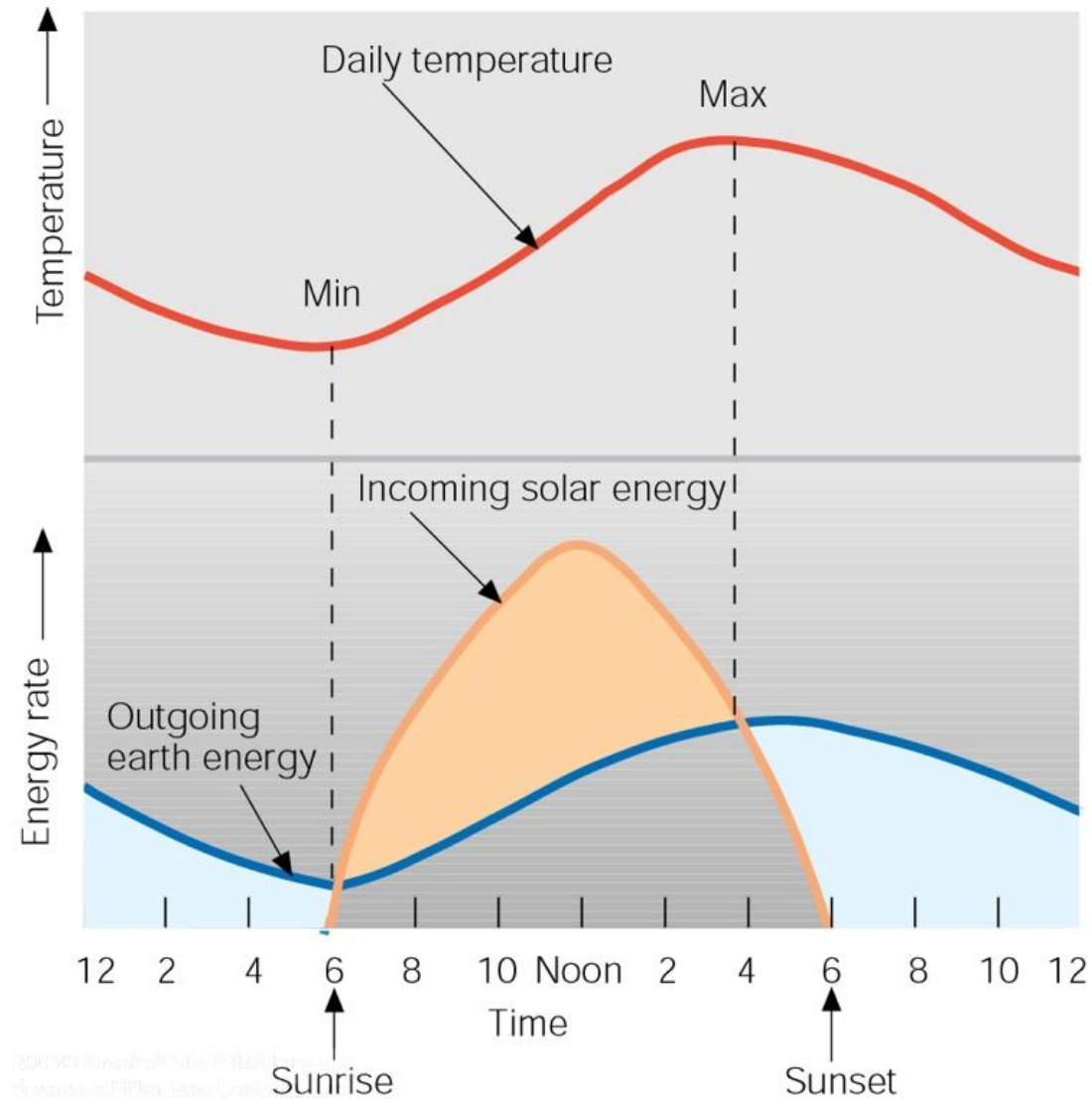
Variations annuelle de T aux latitudes moyennes

$$T(t) = f[E(\text{solaire}) - E(\text{Terre})]$$



Variations diurne de T

$$T(t) = f[E(\text{solaire}) - E(\text{Terre})]$$



Bilan global d'énergie

Bilan global d'énergie

