



Cours N°2: Rayonnement solaire

2.1 Introduction

Le bilan global de la Terre. Concernant les rayonnements de courtes longueurs d'ondes, 47% du rayonnement solaire atteint la surface terrestre, soit directement (26%), soit après réflexion (21%). 19% de la lumière solaire est absorbée par l'atmosphère et 34% de la lumière incidente est réfléchi dans l'espace : 23% par la couche nuageuse, 3% par réflexion directe sur le sol, 7% par les composés de l'atmosphère et encore 1% après réflexion secondaire par le sol. Concernant le rayonnement de grandes longueurs d'ondes, 66% s'échappent dans l'atmosphère tandis que le sol et l'atmosphère en absorbent également une grande partie. Enfin l'atmosphère absorbe également de l'eau par évaporation et condensation. Le bilan est nul si l'on considère l'espace, l'atmosphère et la Terre séparément (figure 2.1).

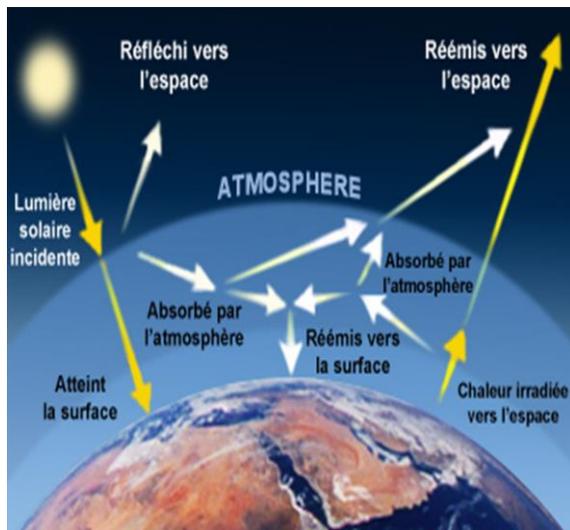


Figure.2.1 : Echanges énergétiques moyens entre la surface terrestre, l'atmosphère et l'espace.

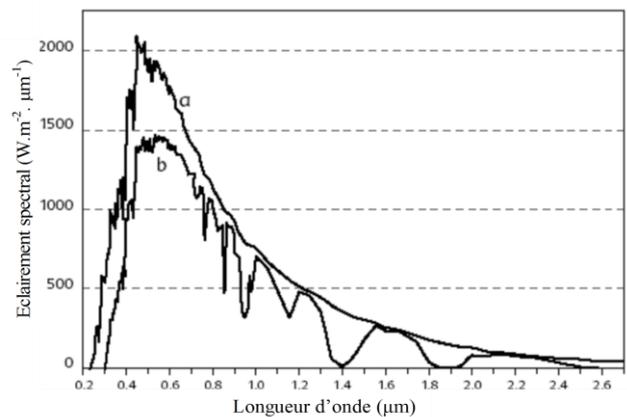


Figure 2.2 : Densité spectrale de l'éclairement énergétique du rayonnement solaire direct (a) Rayonnement solaire hors de l'atmosphère. (b) Rayonnement solaire direct au sol pour une hauteur du soleil de 6 degrés et une atmosphère claire standard.

2.2 Les émissions du Soleil :

L'énergie émise par le Soleil est d'abord sous forme de rayonnements électromagnétiques dont l'ensemble forme le **rayonnement solaire**, qui constitue la seule source externe notable d'énergie pour l'atmosphère.

L'œil humain perçoit une partie seulement du rayonnement solaire, celle située dans le domaine dit **visible**, de longueurs d'onde comprises entre 0,40 et 0,70 µm, le rayonnement **ultraviolet**, est un rayonnement électromagnétique de longueur d'onde plus courte que le visible (<0.4 µm). Le rayonnement **infrarouge** est un rayonnement électromagnétique de longueur d'onde >0.77 µm.

La plus grande partie de l'énergie solaire est cependant rayonnée dans les domaines ultraviolet, visible et proche d'infrarouge : 99,2 % de l'énergie solaire hors atmosphère se trouve entre 200 nm et 4 µm. Au sol, par suite de l'absorption du rayonnement solaire par la vapeur d'eau, le spectre est limité vers le haut à 2,5 µm environ (figure 2.2).

Région spectrale	Longueurs d'onde (µm)	Eclairement énergétique (w.m ⁻²)	Pourcentage (%)
Infrarouge	>0.70	695	50.8
Visible	0.40 à 0.70	559	40.9
UV -A	0.32 à 0.40	86	6.3
UV-B	0.28 à 0.32	21	1.5
UV-C	<0.28	6	0.4

Tableau 2.1- Eclairement énergétique du rayonnement solaire en dehors de l'atmosphère pour différente longueur d'onde

2.3 Mouvements de la terre autour du soleil

La terre, caractérisée par son diamètre équatorial environ 12756 km qui est supérieur à son diamètre polaire environ 12713 km, est entourée par l'atmosphère, enveloppe gazeuse de 1100 km d'épaisseur. Le relief de la terre est irrégulier, 70,8 % de la surface terrestre sont recouverts d'eau. Cette partie superficielle est appelée hydrosphère.

La trajectoire de la Terre autour du Soleil est une ellipse dont le Soleil est l'un des foyers. Le plan de cette ellipse est appelé l'écliptique.

La Terre tourne également sur elle-même autour d'un axe appelé l'axe des pôles. Le plan perpendiculaire à l'axe des pôles et passant par le centre de la Terre est appelé l'équateur. L'axe des pôles n'est pas perpendiculaire à l'écliptique : l'équateur et l'écliptique font entre eux un angle appelé inclinaison et qui vaut $23^{\circ}.27'$.

Les mouvements de la Terre autour de son axe et autour du Soleil sont schématisés sur la figure 2.3. Au cours de cette révolution, la terre se déplace avec une vitesse qui varie autour d'une valeur moyenne de 3.104 m/s. C'est aux environs du solstice d'hiver que la terre est la plus proche du soleil: 147 millions de kilomètres et au solstice d'été qu'elle est la plus éloignée : 152 millions de kilomètres. La terre tourne sur elle-même avec une période de 23 Heures 56 Minutes et 4 Secondes, la vitesse angulaire de rotation est $7,3 \cdot 10^{-5}$ rd/s. Son axe de rotation (axe des pôles) a une orientation fixe dans l'espace, il fait un angle $\sigma = 23;^{\circ}27'$ avec la normale au plan de l'écliptique.

Le mouvement de rotation de la terre sur elle-même produit l'alternance du jour et de la nuit. La révolution autour du soleil associée à l'inclinaison de l'axe des pôles sur le plan de l'écliptique fait varier les durées relatives du jour et de la nuit au rythme des saisons, limitées par les deux équinoxes et les deux solstices. Les deux plans de l'écliptique et de l'équateur se recoupent en deux points de l'orbite terrestre, qui correspondent aux équinoxes et marquent le début du printemps et de l'automne, respectivement le **21 mars et le 23 septembre** dans l'hémisphère Nord. À mi-chemin entre les équinoxes se situent les solstices d'hiver et d'été, respectivement le **22 décembre et le 21 juin**.

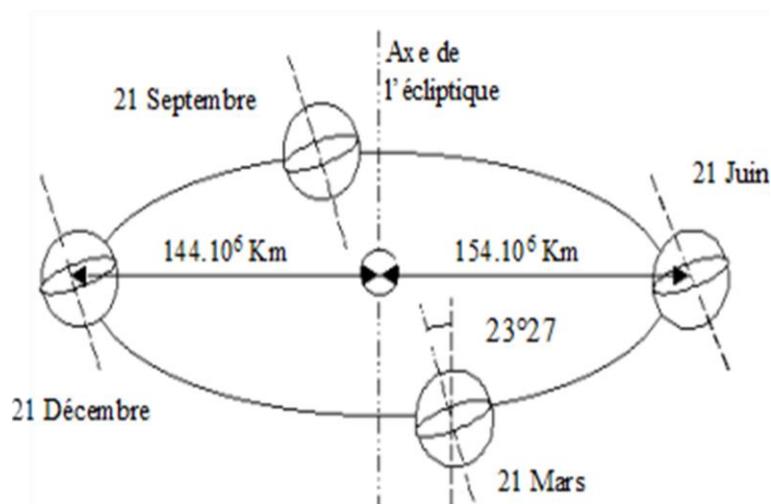


Figure 2.3 : Mouvement de la terre autour du soleil

2.4 Mouvement apparent du Soleil

Le mouvement apparent du Soleil vu par un observateur fixe en un point de latitude L au nord de l'équateur est représenté sur la figure 1.8. Au midi solaire, l'angle que fait la direction du Soleil avec la verticale du lieu est égal à $(L - d)$.

La durée du jour est de 12h aux équinoxes, elle est inférieure à 12h entre le 21 septembre et le 21 mars, supérieure à 12h entre le 21 mars et le 21 septembre.

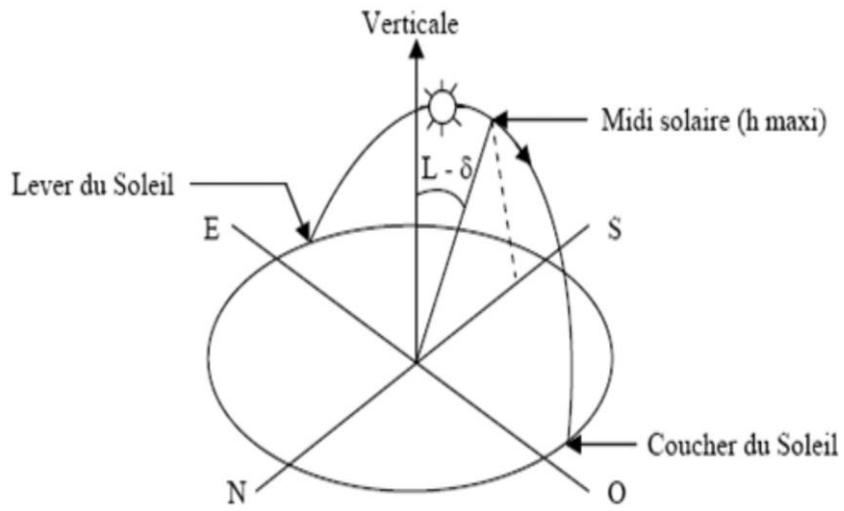


Figure 2.4 : Mouvement apparent du Soleil observé d'un point de latitude L