

CHAPITRE I : : Rappels sur Le rayonnement solaire

Les réactions thermonucléaires produites au coeur du soleil génèrent des rayonnements corpusculaires et électromagnétiques se propageant dans toutes les directions du vide intersidéral avec une vitesse de 3.10^8 les rayons X et gamma jusqu'à l'I.R lointain. Cependant 99.9% de l'énergie se situe entre 0.2 et $8\mu\text{m}$.

On pourra supposer avec une approximation acceptable que le soleil rayonne comme un corps noir porté à une température de 5762 K dite température apparente du soleil ne correspondant pas à la réalité physique .

La répartition de l'énergie solaire dans les bandes du spectre du rayonnement thermique est donnée dans le tableau 1

Longueur d'onde (μm)	0-0.38	0.38-0.78	0.78
Pourcentage (%)	6.4	48	45.6
Energie (W/m^2)	87	656	623

Tableau 1 Répartition spectrale du rayonnement thermique .

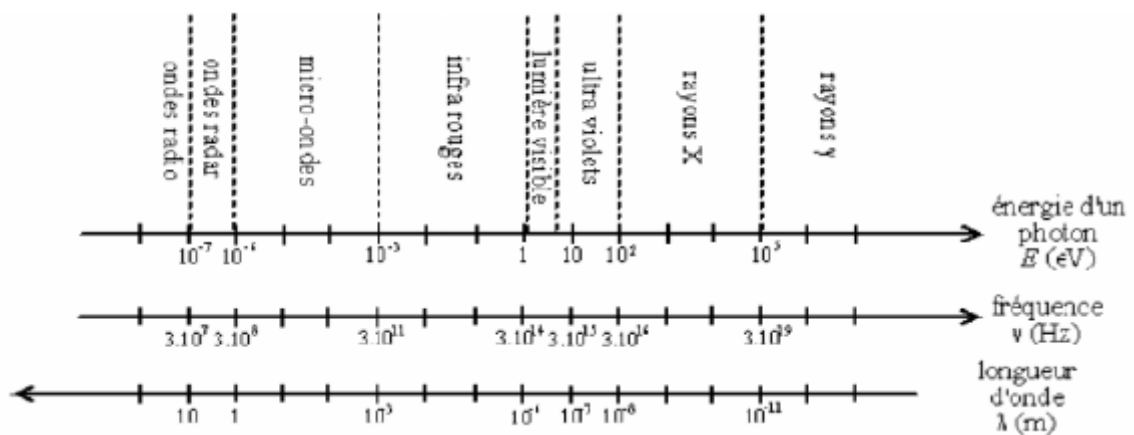


Figure 1 Spectre Solaire .

I. 1. Composante du rayonnement solaire

Le rayonnement qui nous parvient du soleil est émis par sa surface extérieure dont la température est d'environ 6000 °K. A une telle température, 40% de l'énergie est émise dans le domaine visible, c'est-à-dire dans une gamme de longueur d'onde allant de $0,3 \mu\text{m}$ (violet - bleu) à $0,7 \mu\text{m}$ (rouge). La décomposition du rayonnement solaire peut être réalisée en projetant un faisceau lumineux sur un prisme de verre ou sur un réseau de diffraction. Tout un éventail de couleurs apparaît, du bleu au rouge en passant par le vert et le jaune.

Chacune de ces couleurs est associée à un rayonnement d'une certaine longueur d'onde. William Herschell (Vers 1800) qui étudiait le rayonnement solaire, avait placé un thermomètre derrière un tel prisme. Il s'aperçut qu'il indiquait une élévation de température (et donc qu'il recevait de l'énergie) non seulement dans le domaine visible mais également dans la région au de là du rouge. Ce fut la découverte du rayonnement infrarouge qui représente 50% du rayonnement émis par le soleil. Les 10% restant du rayonnement solaire total sont émis à l'opposé du domaine visible, à des longueurs d'onde plus petites que celles du violet (l'ultra violet).

Tableau Emission du rayonnement solaire

Longueurs d'onde constituant le rayonnement solaire température 6 000 K		
domaine ultraviolet inférieure à 0,3 μm (violet-bleu)	domaine visible de 0,3 μm (violet-bleu) à 0,7 μm (rouge)	domaine infrarouge au delà de 0,7 μm (rouge)
10%	40%	50%

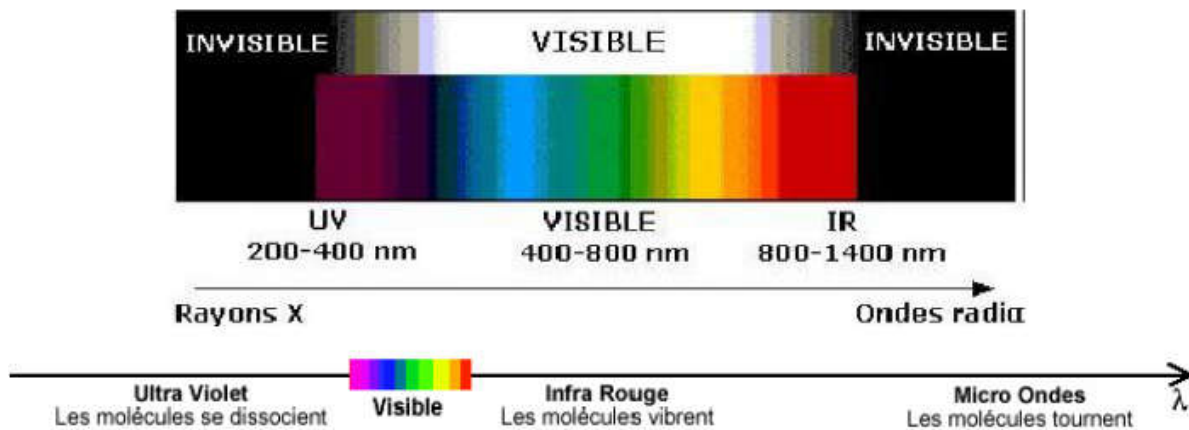
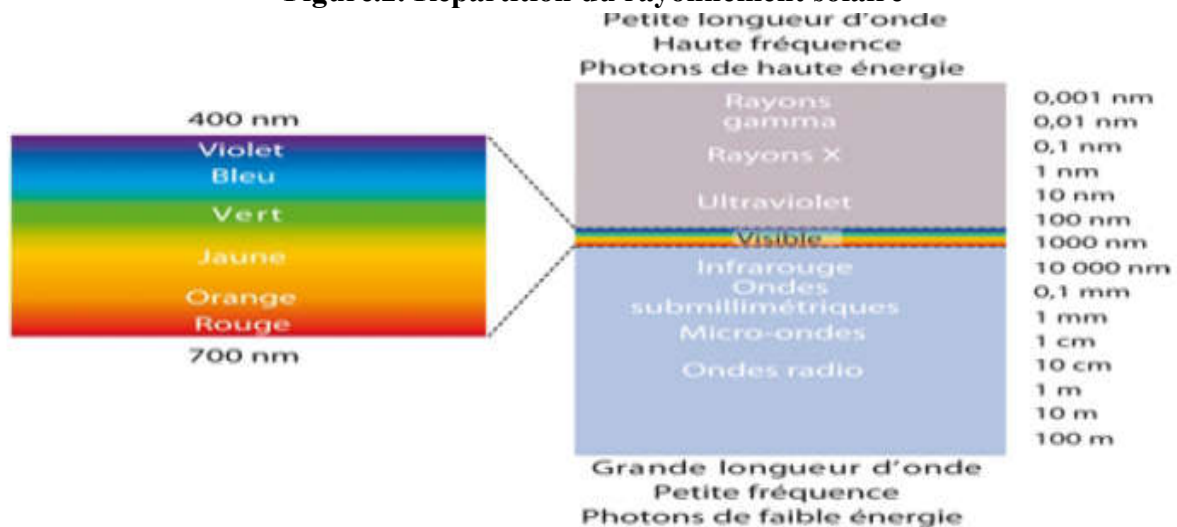


Figure.2. Répartition du rayonnement solaire



Le rayonnement solaire au sol se divise en plusieurs rayonnements, directs, diffus, réfléchis et globale ; a partir des conditions physiques quelque soit l'atmosphère (les caractéristique de l'atmosphère soit massique ou thermique).à travers l'année.

I.1.1. Le rayonnement solaire direct :

C'est le rayonnement solaire qui se forme de rayons parallèles provenant du soleil sans avoir été dispersé par l'atmosphère

Le rayonnement direct est le rayonnement incident sur un plan donné en provenance d'un petit angle solide centré sur le disque solaire, il parvient en ligne droite et par temps clair.

L'état du ciel est défini par deux coefficients, a et b qui symbolisent le trouble atmosphérique du lieu où se trouve le capteur solaire (tableau I.3).

La transmissivité totale de l'atmosphère pour le flux solaire incident direct est donnée par:

$$\tau_{dir} = a \times \exp \frac{-p \times b}{1000 \times \sin h}$$

Où:

a, b: coefficients traduisant les troubles atmosphériques.

h: hauteur du soleil.

P : pression atmosphérique du lieu.

	Ciel pur	Conditions normales	Zones industrielles
A	0.87	0.88	0.91
B	0.17	0.26	0.43

Tableau.3.c. Valeurs des coefficients du trouble atmosphérique

Le tableau I.4 donne la variation de la pression atmosphérique avec l'altitude :

Altitude (m)	0	500	1000	1500	2000	5000
P (mbar)	1000	950	900	850	800	500

Tableau 4. Variation de la pression atmosphérique avec l'altitude

Le rayonnement direct reçu sur un plan horizontal est donné par:

$$G_{dirh} = C^* \times \tau_{dir} \tag{2}$$

G_{dirh} : éclairement énergétique direct reçu sur un plan horizontal.

L'éclairement énergétique G_{dir} reçu sur un plan incliné est donné par [12]:

$$G_{dir} = G_{dirh} \times \cos \theta \tag{3}$$

θ: angle d'incidence des rayons solaires.

I.1. 2. Le Rayonnement solaire diffus

C'est une partie du rayonnement du soleil qui a subi de multiples réflexions (dispersion) par Les molécules et les aérosols de l'atmosphère ; pour un observateur au sol, le rayonnement diffus est un ensemble des directions rayonnées

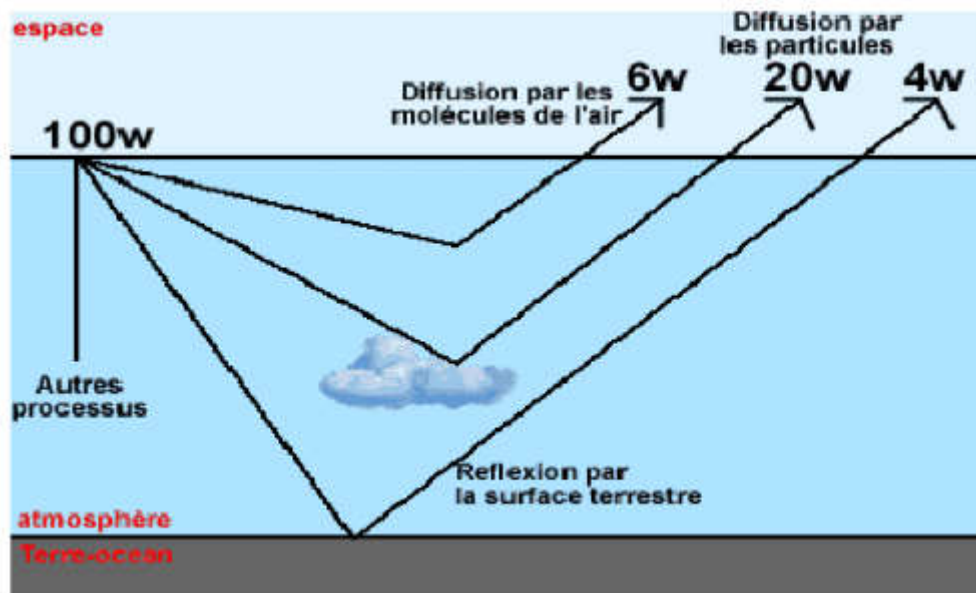


Figure. 3. représentation des rayons diffus avec la puissance.
 Solaire incidente de 100watts

Le rayonnement diffus résulte de la diffraction de la lumière par les molécules atmosphériques, et de sa réfraction par le sol, il parvient de toute la voute céleste .

La relation entre le coefficient de transmission du flux direct et diffus est .

$$\tau_{dif} = 0.272 - 0.2939 \times \tau_{dir} \quad (4)$$

Le flux diffus reçu sur un plan horizontal est défini par :

$$G_{difh} = C^* \times \sin (h) \times \tau_{dif} \quad (5)$$

Le flux diffus reçu sur un plan incliné est défini par :

$$G_{dif} = g_{dif1} + g_{dif2} \quad (9)$$

$$G_{dif1} = G_{difh} \times \frac{1 + \cos (i)}{2} \quad (10)$$

$$G_{dif2} = alb \times \frac{1 + \cos (i)}{2} \times (G_{difh} \times \sin (h) + G_{difh}) \quad (11)$$

G_{dif1} , G_{dif2} : rayonnements diffusés par le ciel et par le sol respectivement.

Alb : albédo du sol.

i: angle d'inclinaison du plan du capteur par rapport à l'horizontale.

➤ **L'albédo :**

L'albédo du sol est le rayonnement qui est réfléchi par le sol ou par des objets se trouvant à sa surface. Cet albédo peut être important lorsque le sol est particulièrement réfléchissant (eau, neige).

$$\text{Albédo} \quad \text{Alb} = \frac{\text{énergie réfléchie}}{\text{énergie reçue}} \quad (12)$$

Ainsi pour un corps noir parfait, l'albédo est nul.

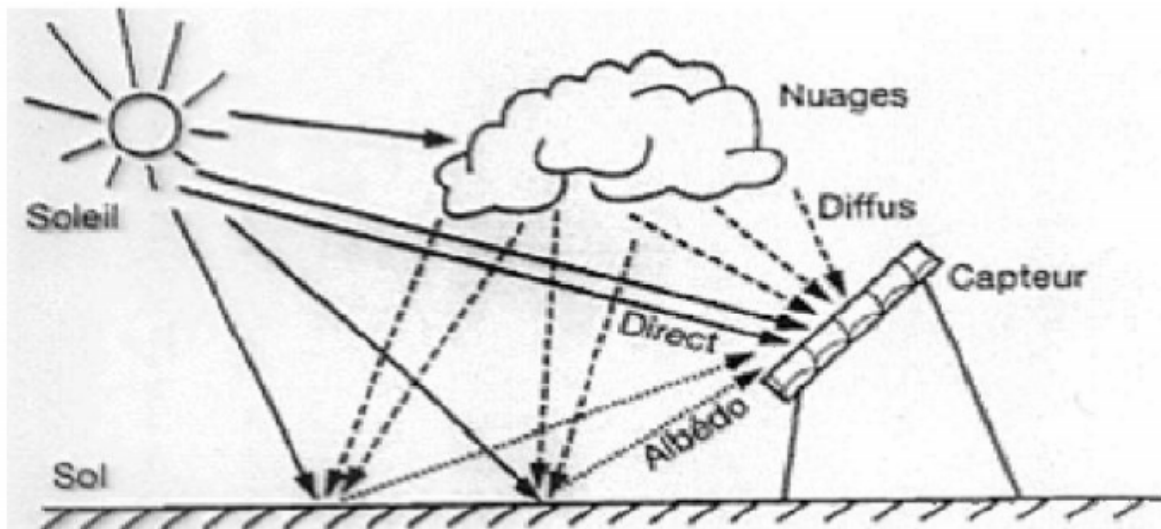


Figure 1.4. Schéma descriptive

I.1.3. Le Rayonnement solaire réfléchi

C'est le rayonnement qui provient du sol par suite à la réflexion. Cette composante dépend de la nature du sol et de sa couleur.

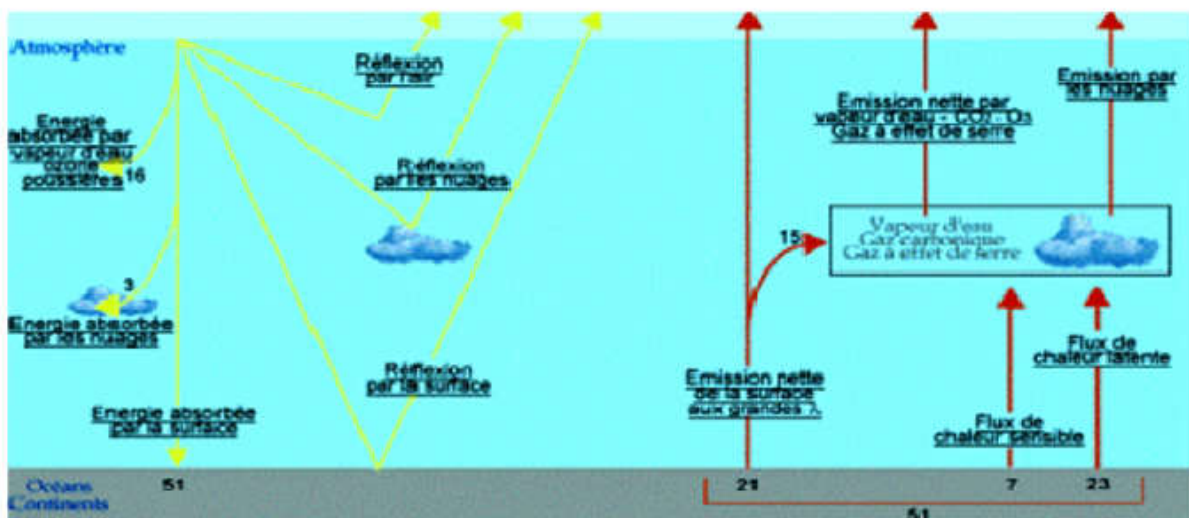


Fig. 5. Composante du rayonnement solaire incident

I.1. 4. Le rayonnement solaire global :

Le rayonnement global (G) est la somme des rayonnements diffus et direct :

$$G = G_{dir} + G_{dif} \quad (10)$$

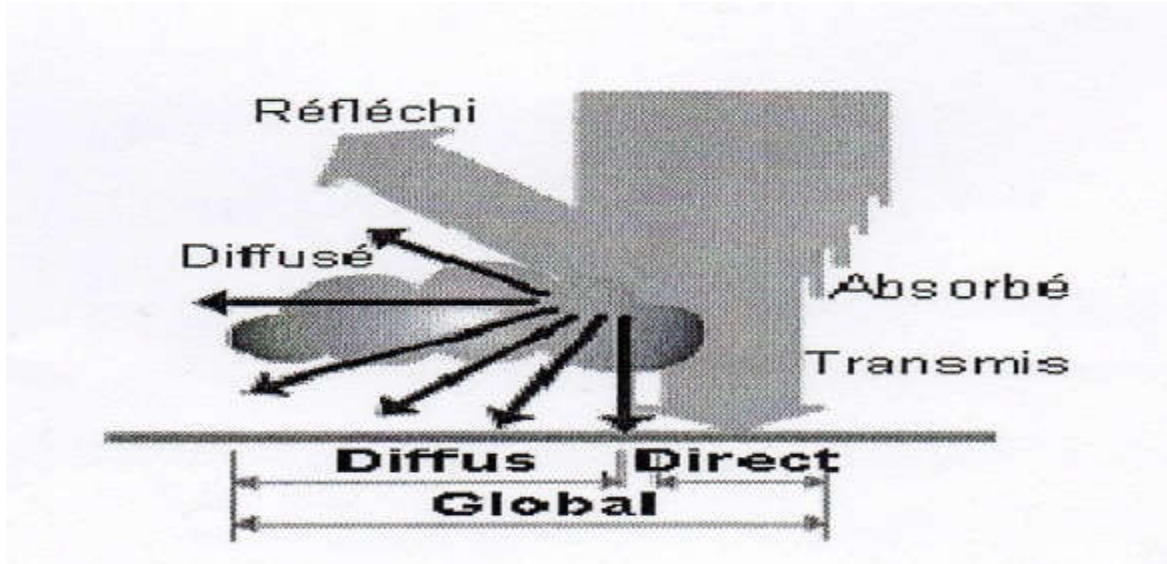


Figure 1.6. Composantes du rayonnement solaire reçu au niveau du sol terrestre.

La somme du rayonnement solaire direct et du rayonnement diffus constitue le rayonnement solaire global.

Le rayonnement solaire global est composé de rayonnement de différentes longueurs d'onde et intensités figure 1.2.

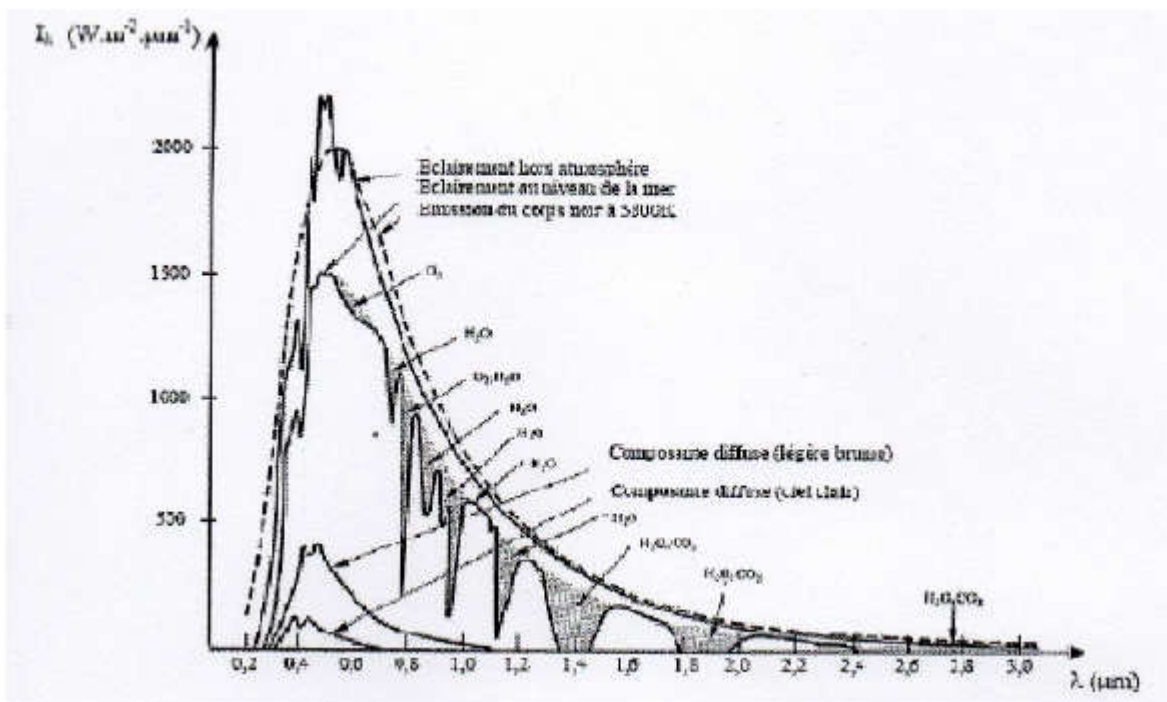


Figure.7. Répartition spectrale du rayonnement solaire au niveau du sol terrestre .

Le maximum d'intensité a lieu dans le rayonnement visible, soit pour une longueur d'onde de $0.5\mu\text{m}$.

L'énergie totale est pratiquement émise pour des longueurs d'onde situées entre 0.2 et $3.0\mu\text{m}$. La surface située sous la courbe représente la constante solaire.

Cette énergie émise est échangée avec la terre ou avec tout corps au niveau du sol terrestre et se traduit par une sensation de chaleur. L'échange de chaleur attribué à l'émission d'ondes électromagnétiques de longueurs d'onde comprise entre 0.1 et $100\mu\text{m}$, par la matière du fait de sa température, est appelé rayonnement thermique. Il ne nécessite pas la présence d'un milieu intermédiaire matériel et obéit aux lois du rayonnement thermique.

I.1.5.La transmission :

C'est la soustraction de flux incident et la somme de flux réfléchi, absorbé, Φ_t .

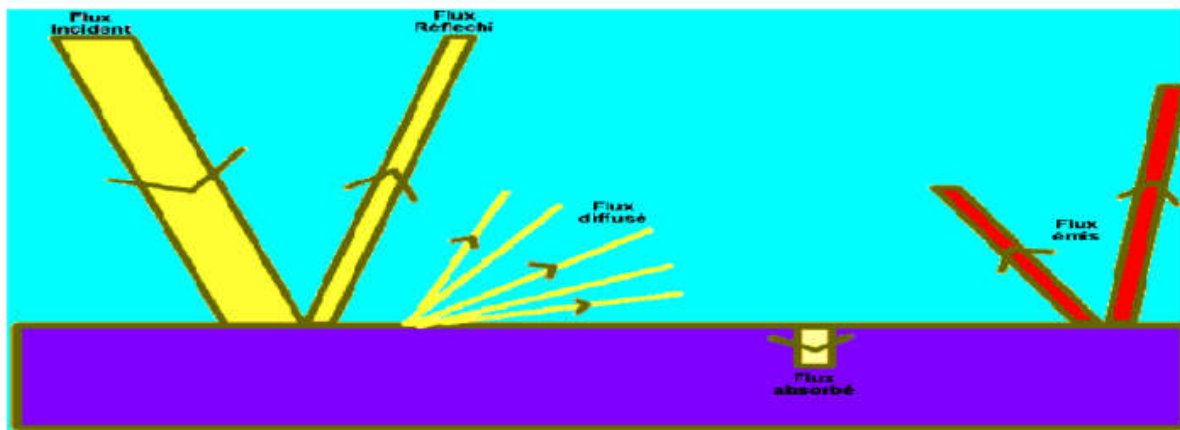


Figure. 8. Composition du flux rayonnant