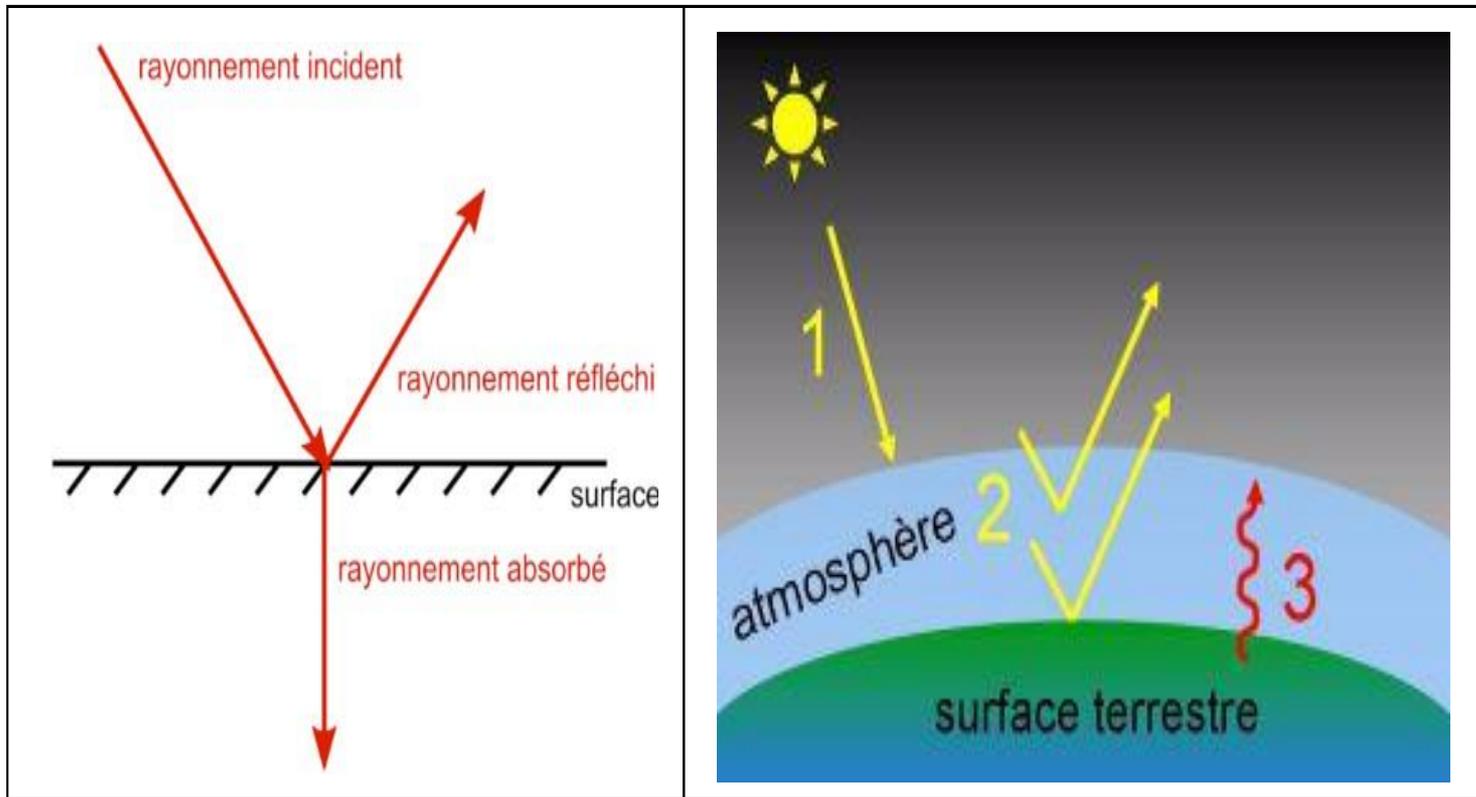


Le bilan radiatif terrestre

- Le bilan radiatif permet de caractériser le devenir de la puissance solaire reçue par la Terre.
- Ce bilan quantifie l'énergie reçue et perdue par le système climatique terrestre, donc au niveau de l'atmosphère, du sol et des océans.



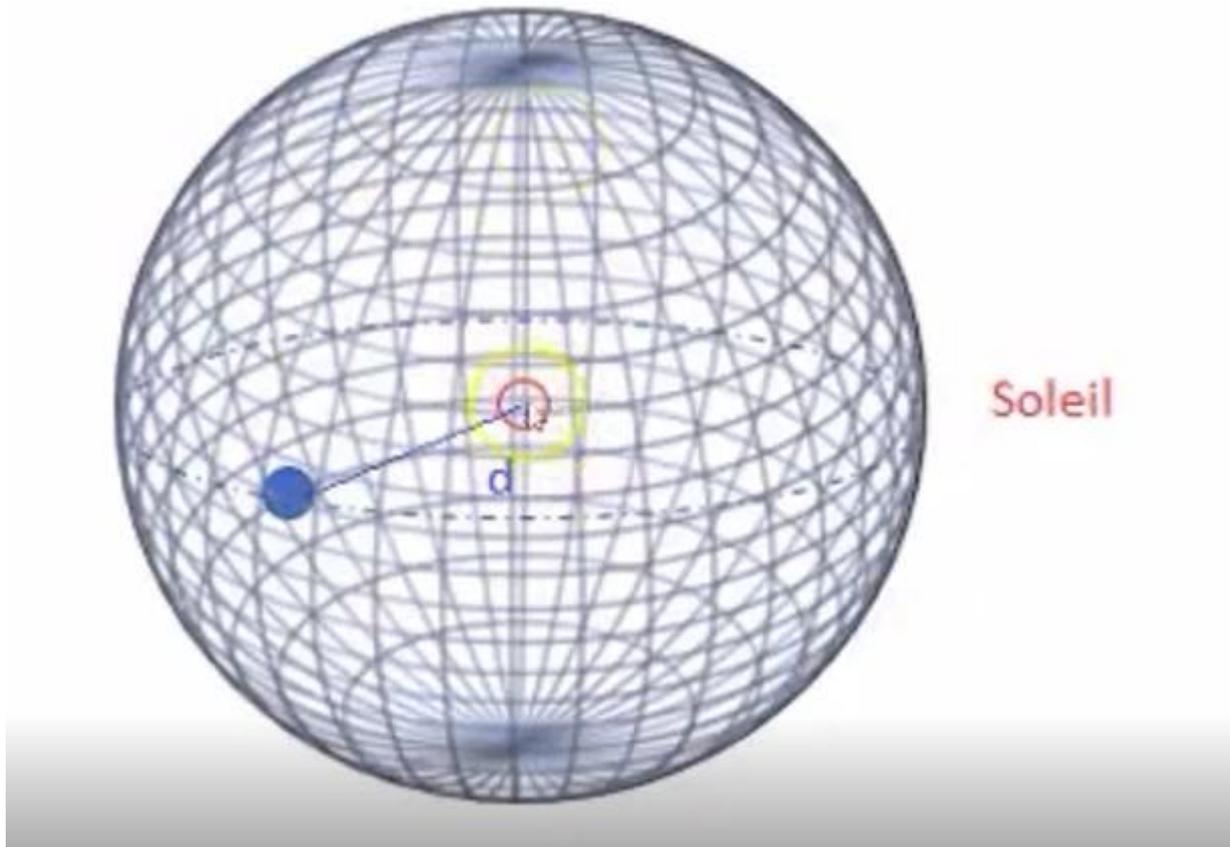
- puissance solaire incidente (1)
- puissance solaire incidente réfléchie (2)
- puissance solaire incidente absorbée puis réémise (3)

I – Rayonnement solaire et albédo terrestre :
l'énergie solaire est réfléchi

II – Une partie de l'énergie absorbée est réémise :
Rayonnement infrarouge et effet de serre

III – Bilan énergétique terrestre : Un équilibre radiatif
dynamique

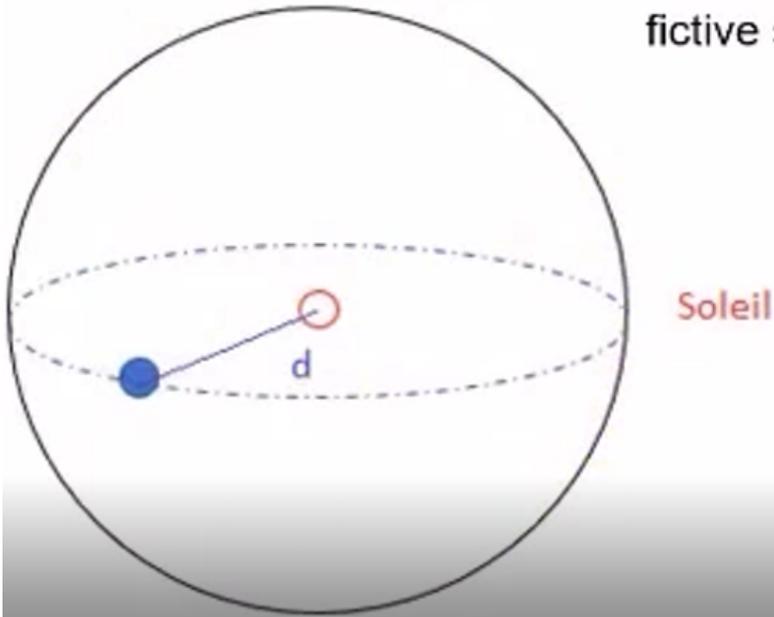
[puissance-solaire-recue-sur-terre.mp4](#)



Terre : représente une toute petite surface de la surface de la sphère .

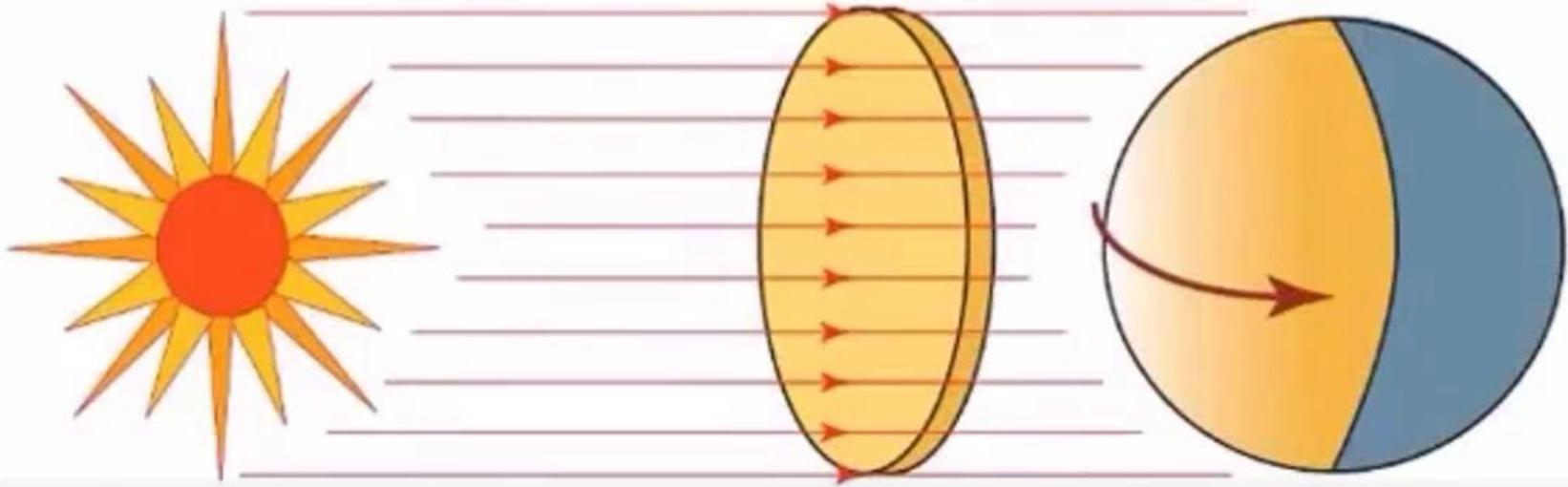
$d = \text{distance}_{\text{Soleil-Terre}}$

Le Soleil émet ses rayons dans toutes les directions de l'espace. A une distance d du Soleil la puissance totale émise par le Soleil se répartit sur l'ensemble de la sphère fictive située à cette distance d .



Surface de la sphère noire : $4\pi d^2$

Disque plat immobile
surface : πr^2



Proportion de la puissance Solaire reçue sur Terre :
 $\pi r^2 / 4\pi d^2$

Puissance solaire reçue sur Terre =

$$P_{\text{tot}} \text{ (émise par le Soleil)} \times \pi r^2 / 4 \pi d^2$$

Valeurs numériques :

$$r = 6371 \text{ km}$$

$$d = 150.10^6 \text{ km}$$

Puissance totale émise par le Soleil : $3,86.10^{26} \text{ W}$

Calcul de la puissance reçue sur Terre :

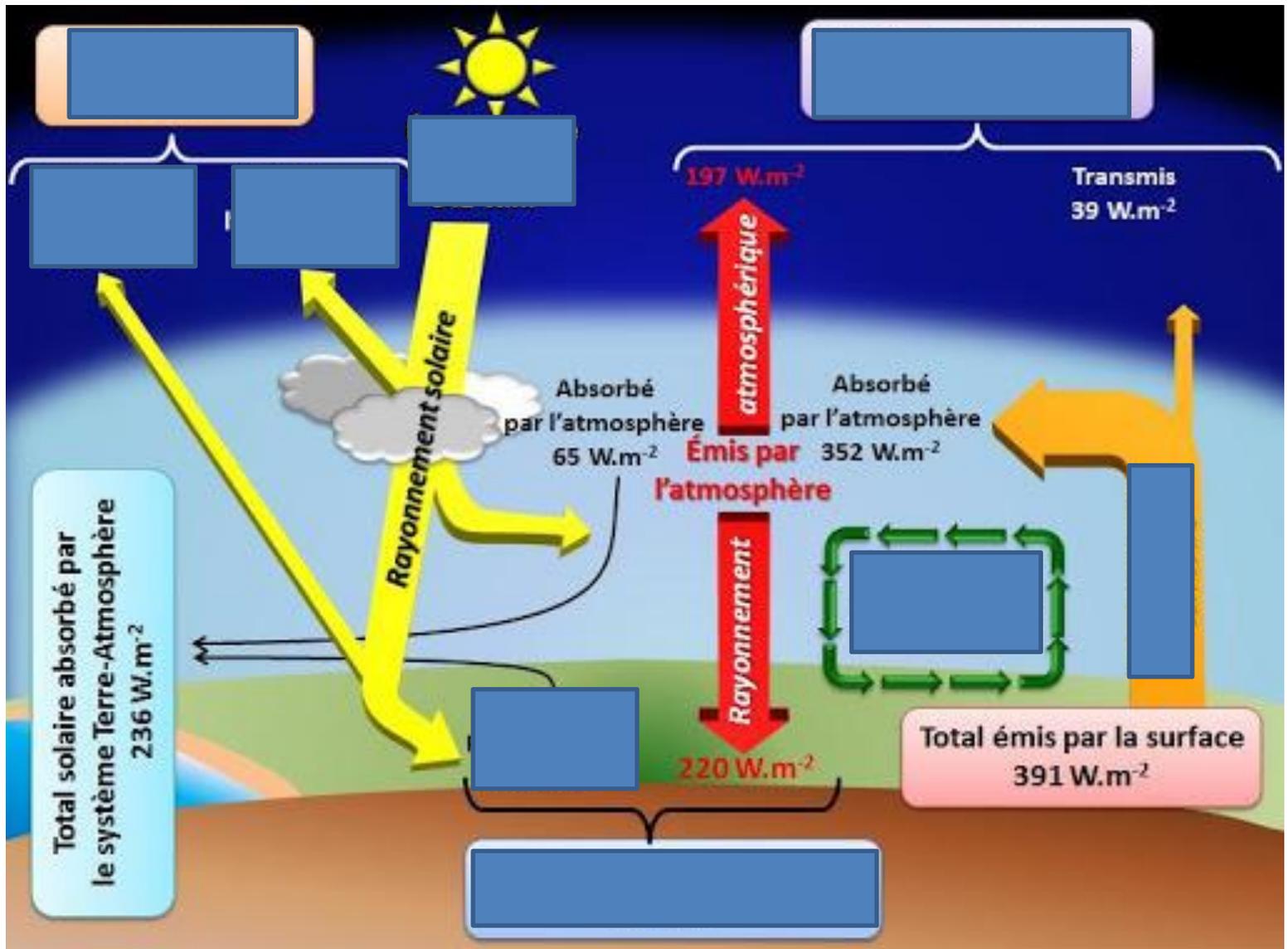
$$P_{\text{reçue sur Terre}} = 3.86.10^{26} \times \pi 6371^2 / 4 \times \pi (150.10^6)^2$$

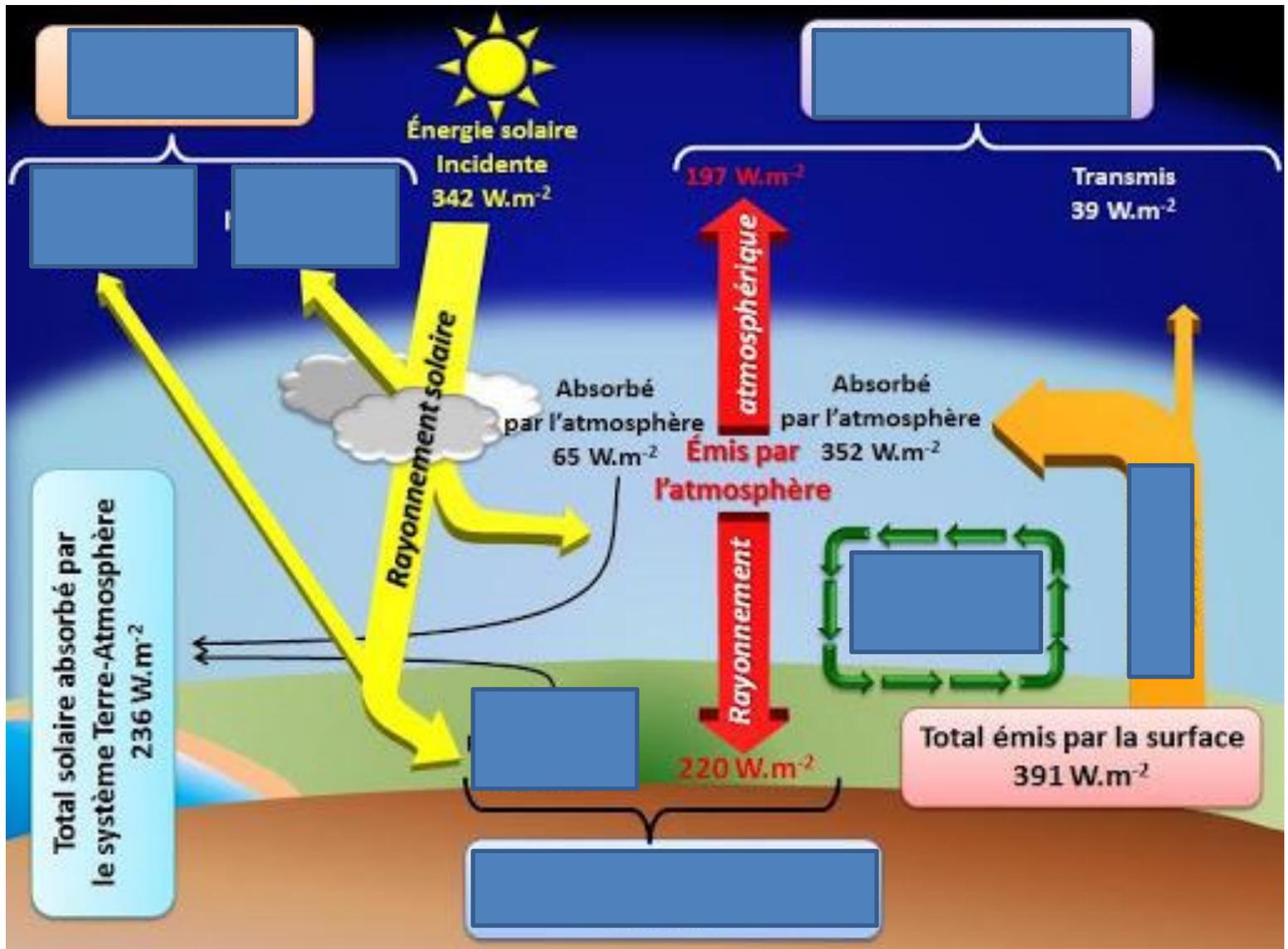
$$P_{\text{reçue sur Terre}} = 1.74.10^{17} \text{ W}$$

Soit pour 1m² :

P reçue au total / Surface de la Terre :

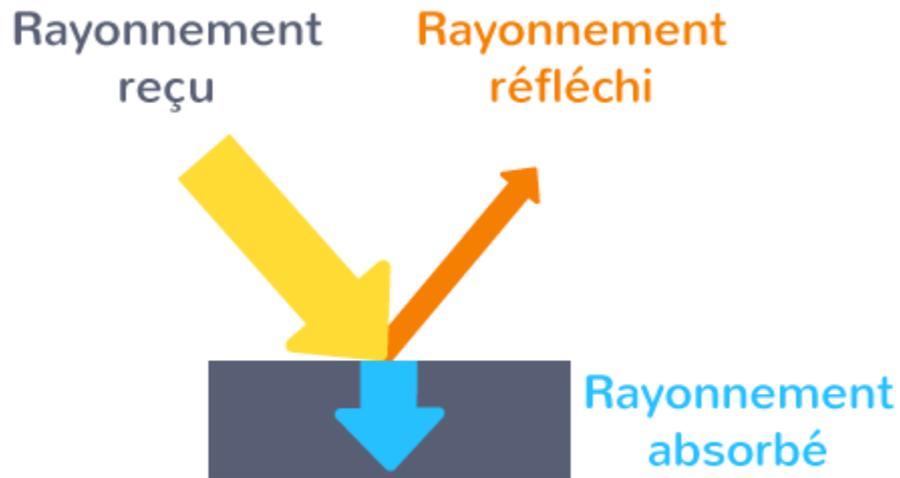
$$1,74.10^{17} / 4\pi r^2 = 341 \text{ W/m}^2$$



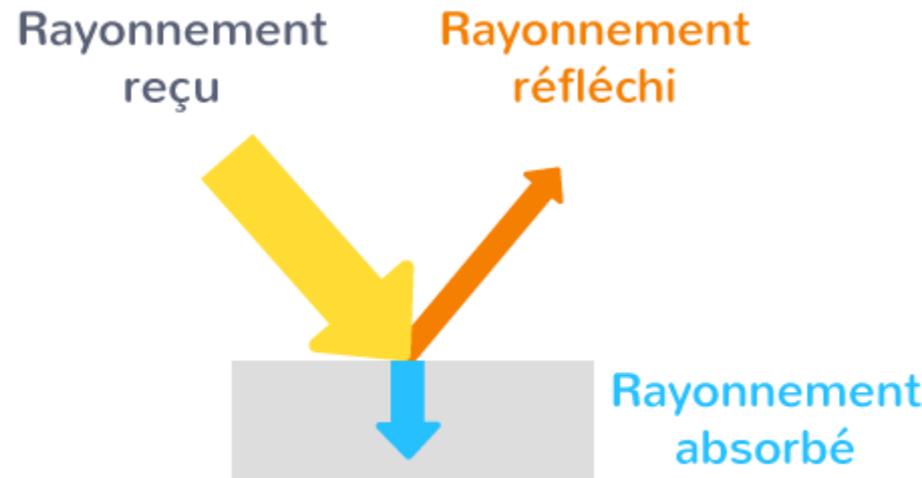


L' ALBEDO

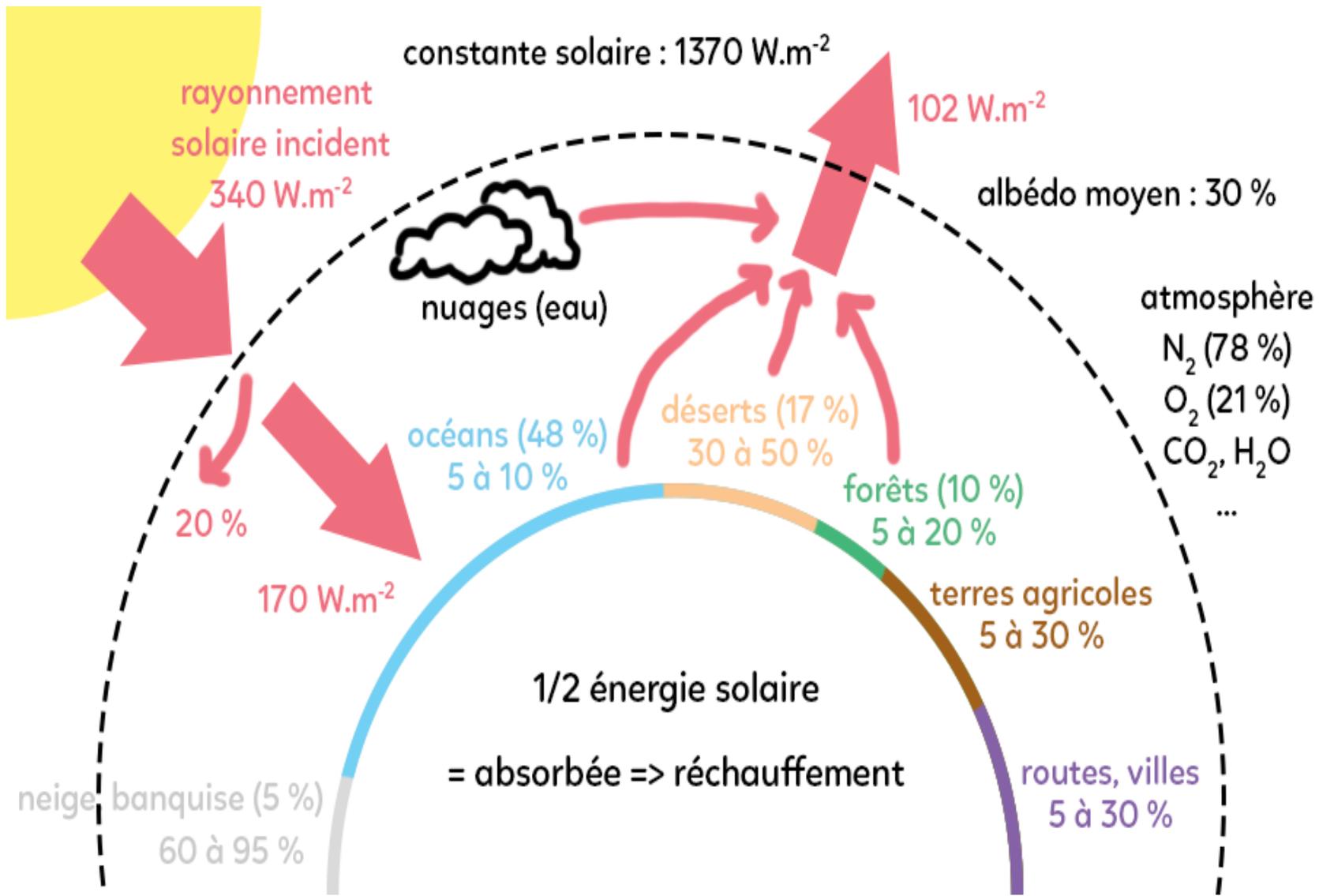
L'albédo terrestre est défini comme la proportion d'énergie lumineuse réfléchiée par la Terre par rapport à l'énergie incidente.



Sol sombre donc albédo faible

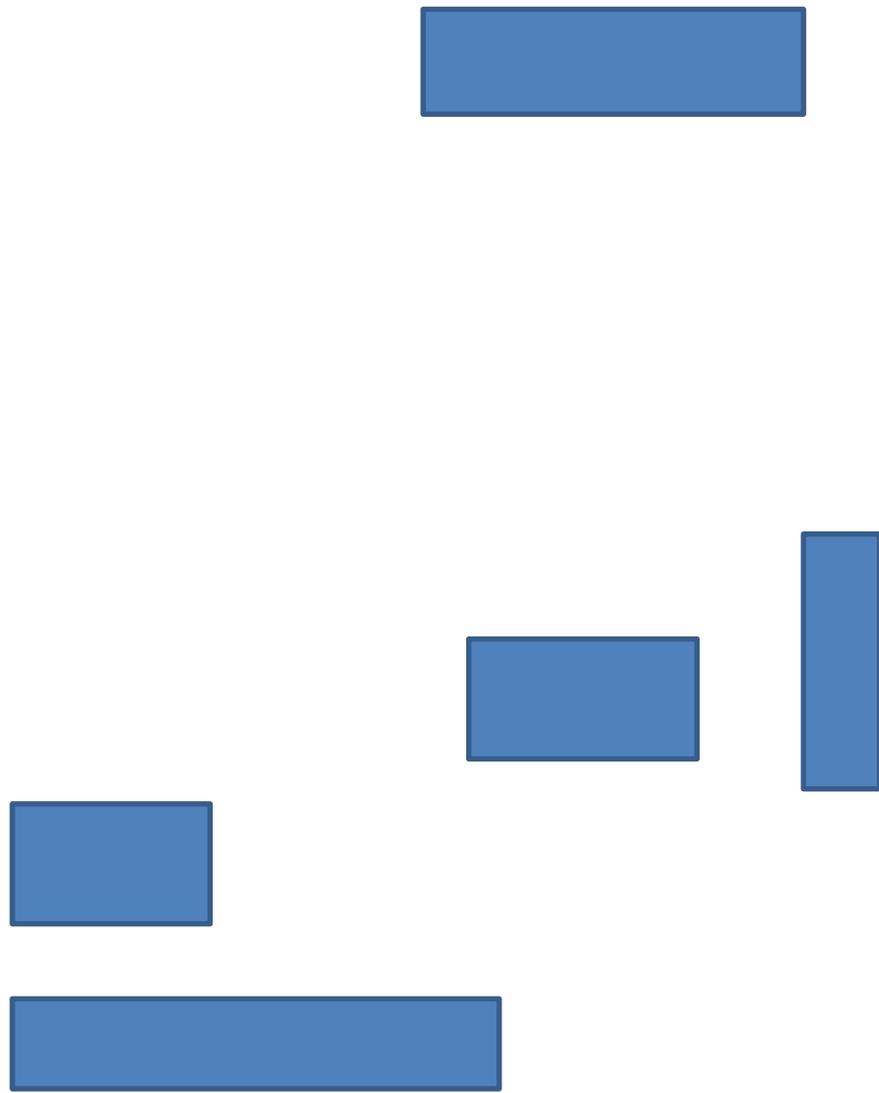


Sol clair donc albédo élevé



Albédo et part des différentes surfaces terrestres

| Surface | Neige et glace | Désert | Forêt | Océans | Nuages |
|---------|----------------|--------|-------|--------|--------|
| Part | 0,05 | 0,17 | 0,10 | 0,48 | 0,20 |
| Albédo | 0,80 | 0,35 | 0,10 | 0,07 | 0,78 |



Total réfléchi
106 W.m²

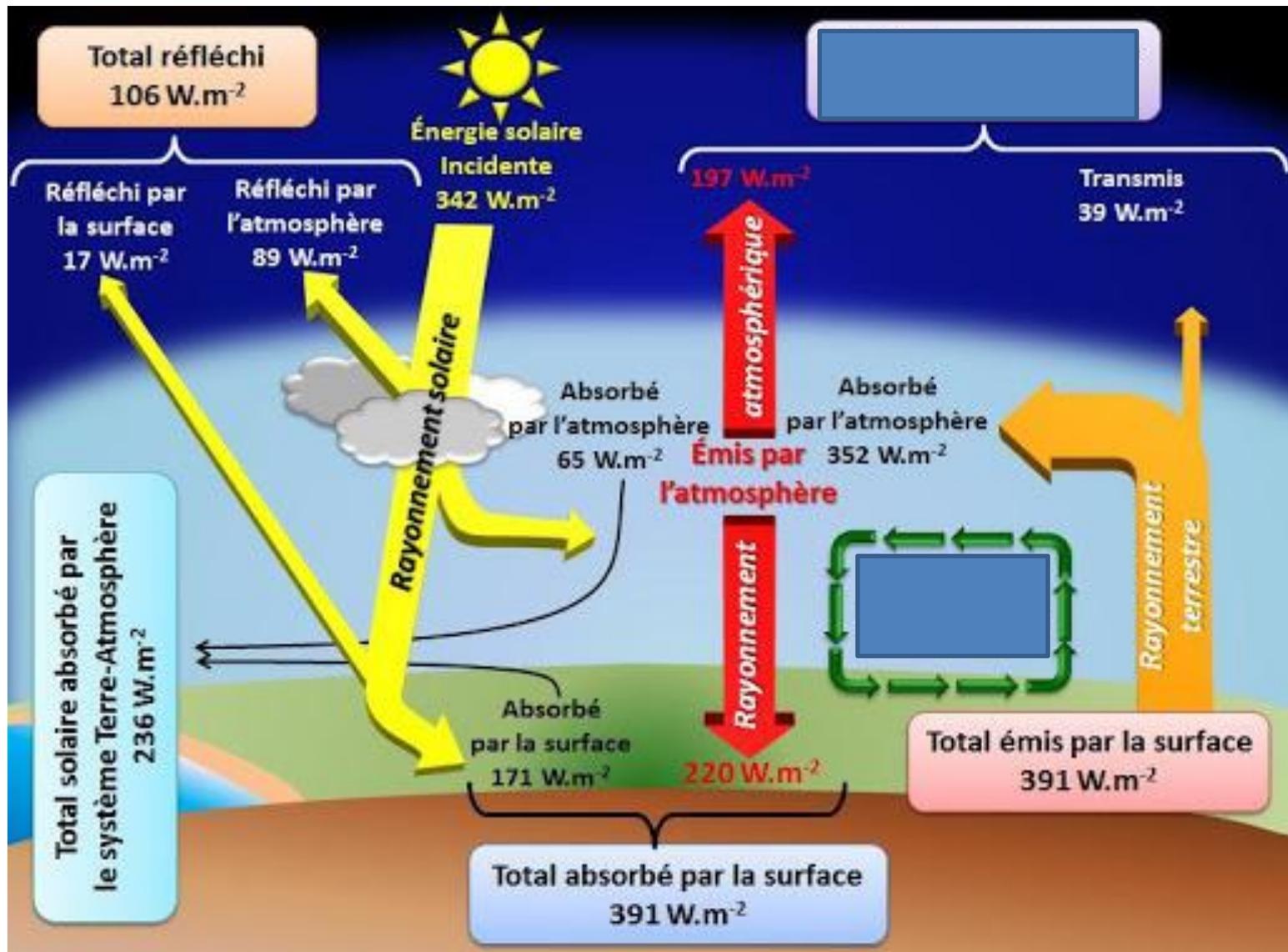
I – Rayonnement solaire et albédo terrestre : l'énergie solaire est réfléchi

II – Une partie de l'énergie absorbée est réémise : Rayonnement infrarouge et effet de serre

III – Bilan énergétique terrestre : Un équilibre radiatif dynamique

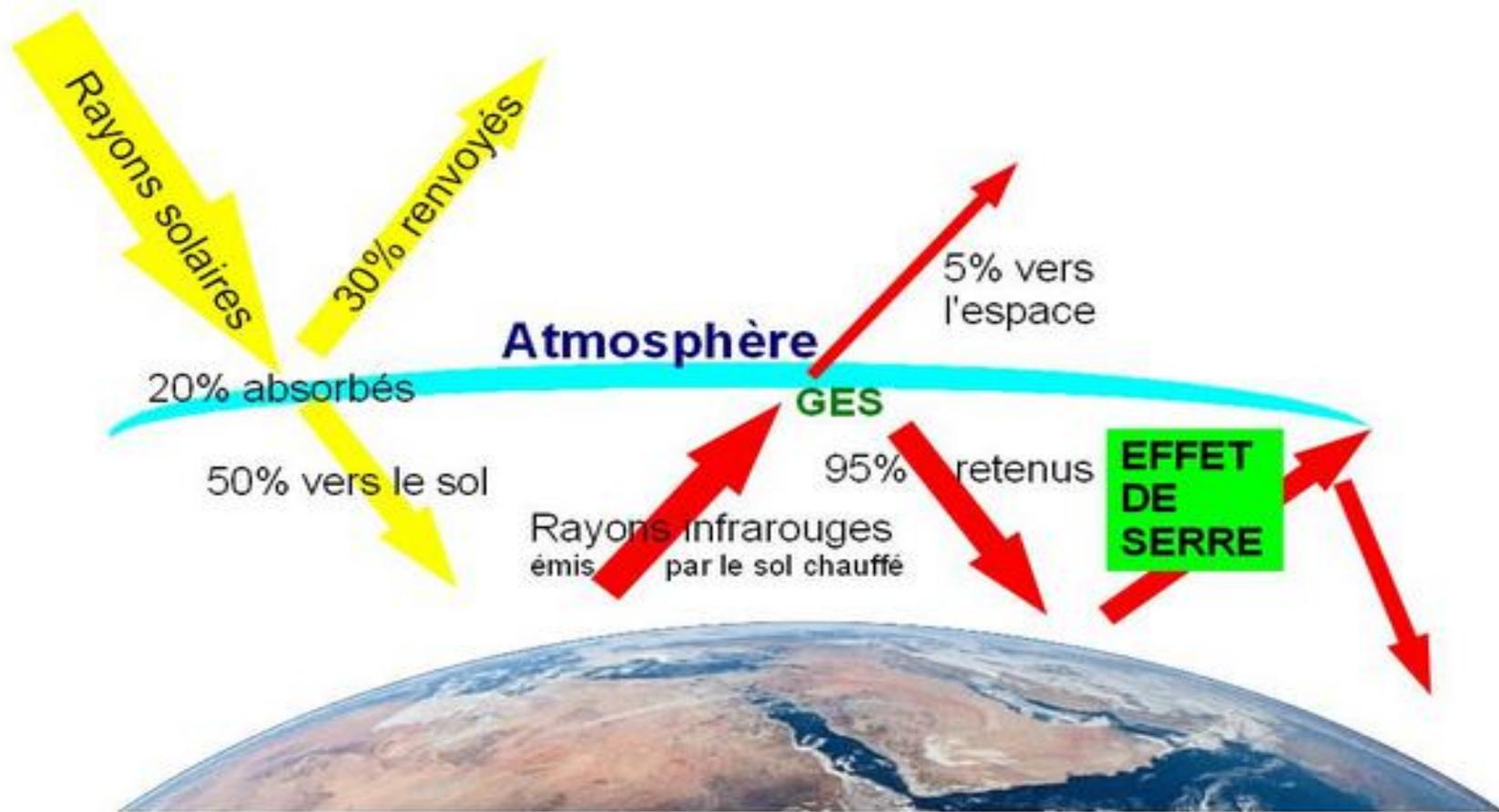
Le rayonnement infrarouge

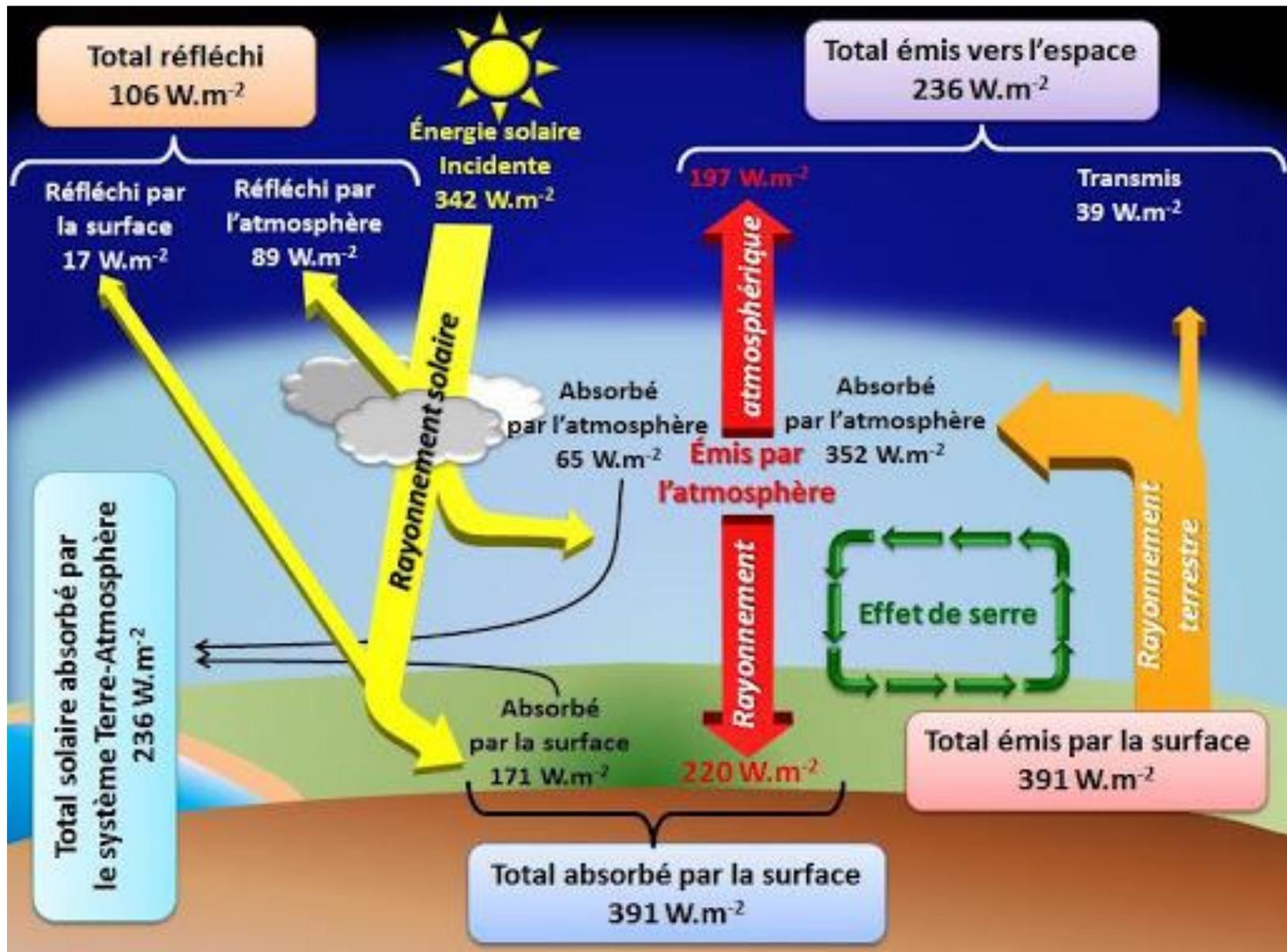
- Le sol émet un rayonnement électromagnétique dans le domaine de l'infrarouge dont la puissance par unité de surface augmente avec la température.



L'effet de Serre

- Une partie de cette puissance est absorbée par l'atmosphère, qui elle-même émet un rayonnement infrarouge vers le sol et vers l'espace : c'est l'effet de serre.





Remarque :

sans l'effet de serre naturel, la température moyenne à la surface de la Terre serait de -18°C au lieu des 15°C actuels.

I – Rayonnement solaire et albédo terrestre : l'énergie solaire est réfléchi

II – Une partie de l'énergie absorbée est réémise :
Rayonnement infrarouge et effet de serre

III – Bilan énergétique terrestre : Un équilibre radiatif dynamique

La puissance reçue par le sol en un lieu donné est égale à la somme de la puissance reçue provenant du Soleil et de celle reçue de l'atmosphère (rayonnement infrarouge absorbé par effet de serre et réémis vers le sol).

► Une température équilibrée

On dresse le **bilan radiatif** terrestre en faisant la différence entre l'énergie reçue par la Terre (depuis l'atmosphère et le Soleil) et l'énergie réémise. Cette différence, sur une courte période de temps, est nulle (**Fig. 6**) : le bilan est à l'équilibre, ce qui signifie que la température moyenne est constante.



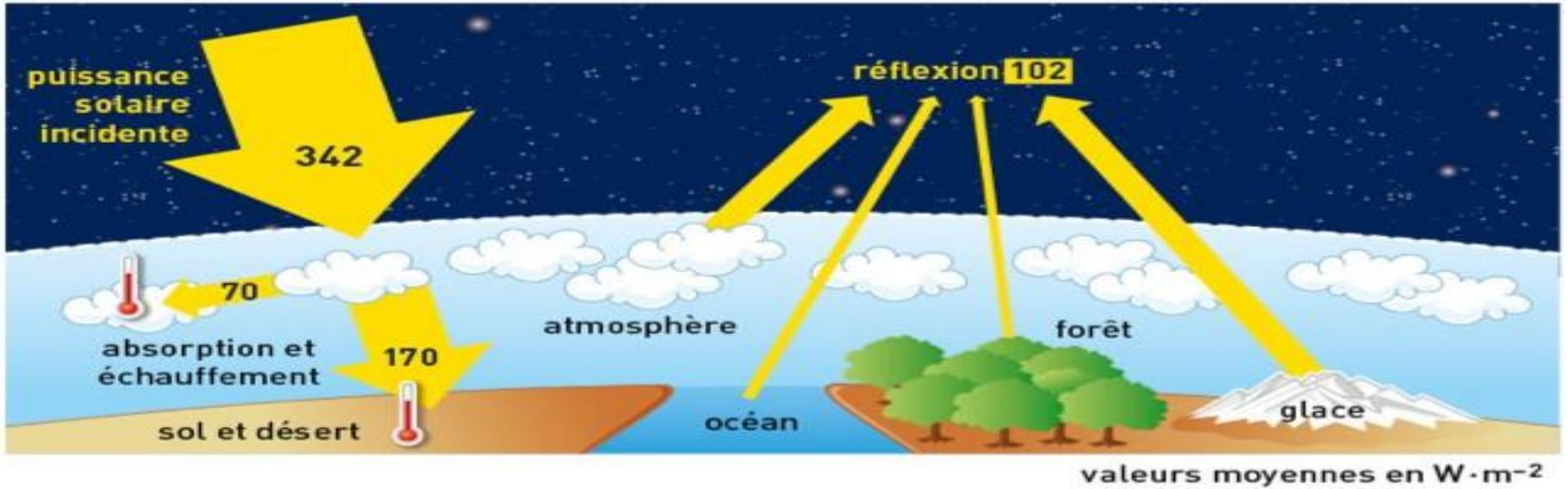
► Un équilibre « dynamique »

Une variation de l'activité solaire, une modification de l'intensité de l'effet de serre ou encore un changement d'albédo impactent le bilan radiatif terrestre, et peuvent donc conduire à une variation de la température moyenne.

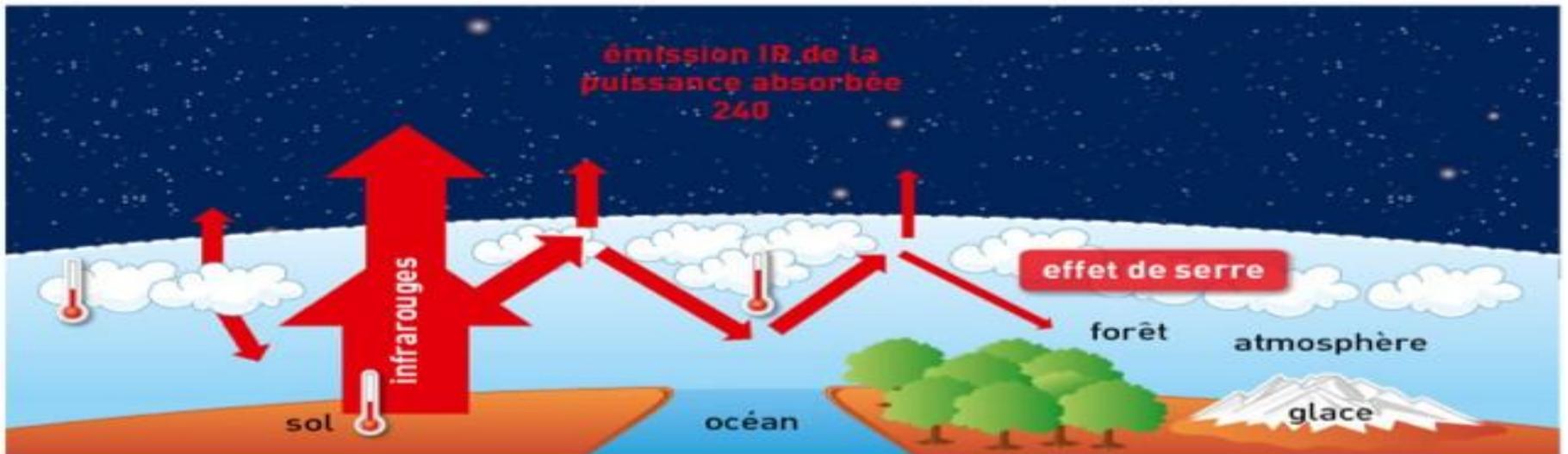
Le bilan radiatif terrestre est en équilibre dynamique, susceptible de varier.

Exemples : L'albédo moyen peut changer selon la proportion des différents types de surfaces terrestres, l'importance de la nébulosité, et la quantité d'aérosols. L'effet de serre peut s'accroître suite à une augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère.

Environ 70 % de la puissance reçue est absorbée.



La puissance absorbée alimente l'effet de serre.



Correction exo 1

1. La proportion de la puissance totale qui atteint un objet céleste est déterminé par le rayon de l'objet et par la distance qui le sépare du Soleil.

Dans notre cas :

$$P_{\text{mars}} = P_{\text{rayonnée}} \times \pi R_M^2 / 4 \pi d_{M-S}^2 = P_{\text{rayonnée}} \times R_M^2 / 4 d_{M-S}^2$$

2. application numérique :

$$P_{\text{mars}} = 3.84 \times 10^{26} \times (3.4 \times 10^6)^2 / 4 \times (228 \times 10^9)^2$$

$$P_{\text{mars}} = 2.1 \times 10^{16} \text{W}$$

Pour mémoire la puissance sur Terre est de : $1.74 \times 10^{17} \text{W}$, quantité supérieure car la Terre est plus proche du soleil que Mars.

Il y a environ 144 W.m^{-2} d'énergie incidente sur MARS

Correction exo 2

1. on ne peut appliquer la même formule que si les conditions sont réunies : une étoile, de la puissance rayonnée et de l'effet de serre (ce qui signifie une atmosphère)

$$2. T_{\text{eqkamino}} = 280 \times (1 - 0.07)^{1/4} - 240$$
$$T_{\text{eqkamino}} = 35^{\circ}\text{C}$$

Avec les mêmes calculs pour les autres planètes :

$$T_{\text{eqEndor}} = 28^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{eqTatooine}} = 1.1^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{eqHoth}} = -44^{\circ}\text{C}$$

3. La planète qui pose problème est **Tatooine** car il est indiqué qu'elle est recouverte de déserts chauds et arides et l'on trouve une T_{eq} de 1.1°C .

Correction exo 3

Le graphique nous montre que plus l'eau des océans est chaude et moins le CO_2 est soluble dans l'eau.

De fait, si la température globale des océans se réchauffe, il y aura moins de CO_2 capté et donc plus de CO_2 dans l'atmosphère.

Or ce CO_2 est un gaz à effet de serre, donc un gaz qui piège une partie des radiations infrarouges renvoyées par la surface de la Terre, ce qui a pour conséquence une augmentation de l'effet de serre ainsi qu'une augmentation de la Température moyenne à la surface de la Terre.

Si la température moyenne augmente, celle des océans aussi...moins de CO_2 capté.....et ainsi de suite

Pour mémoire le CO_2 présent dans l'atmosphère provient en grande partie des activités humaines.....