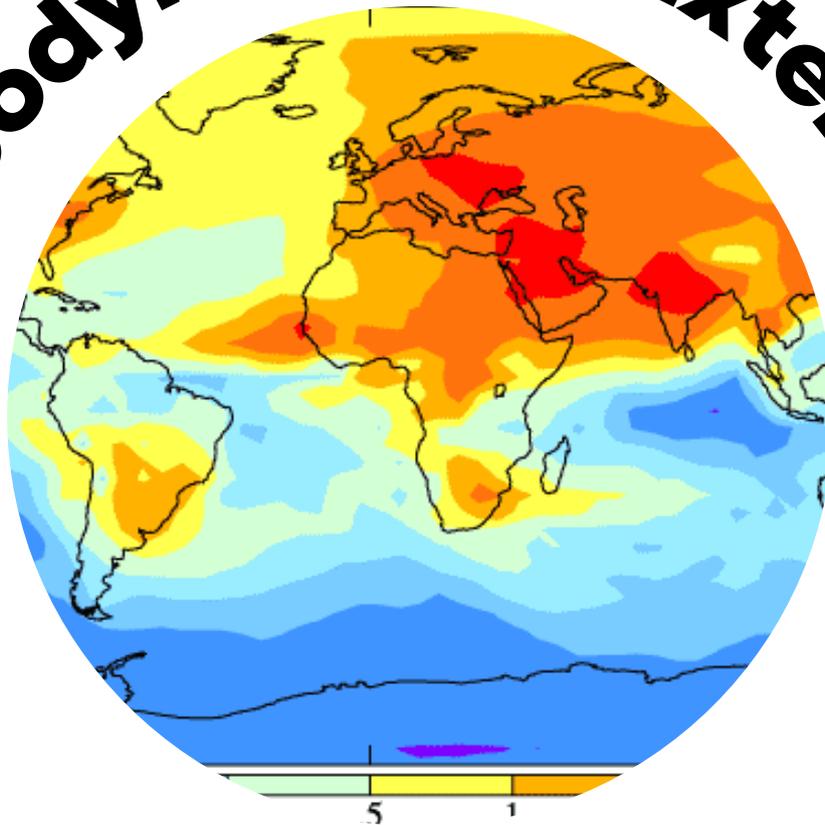


Géodynamique Externe



SCIENCES DE LA
VIE ET DE LA TERRE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

Géodynamique externe

Prof. Abdel-Ilah MIHRAJE

Département : Géologie

Filière : Licence d'Etudes Fondamentales Sciences de la
Terre et de l'Univers STU Module : M10

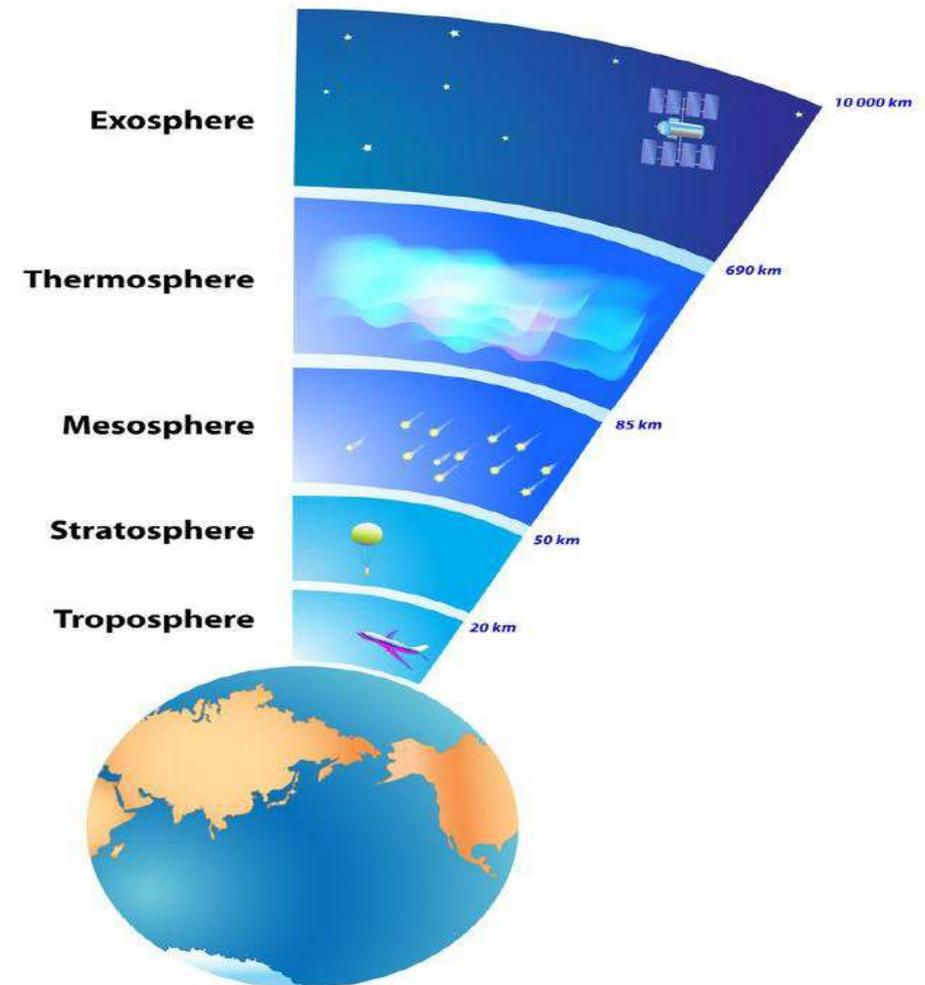
Faculté des Sciences Tétouan
Université Abdelmalek Essaadi

2019 -2020

I-1- Structure et composition de l'atmosphère :

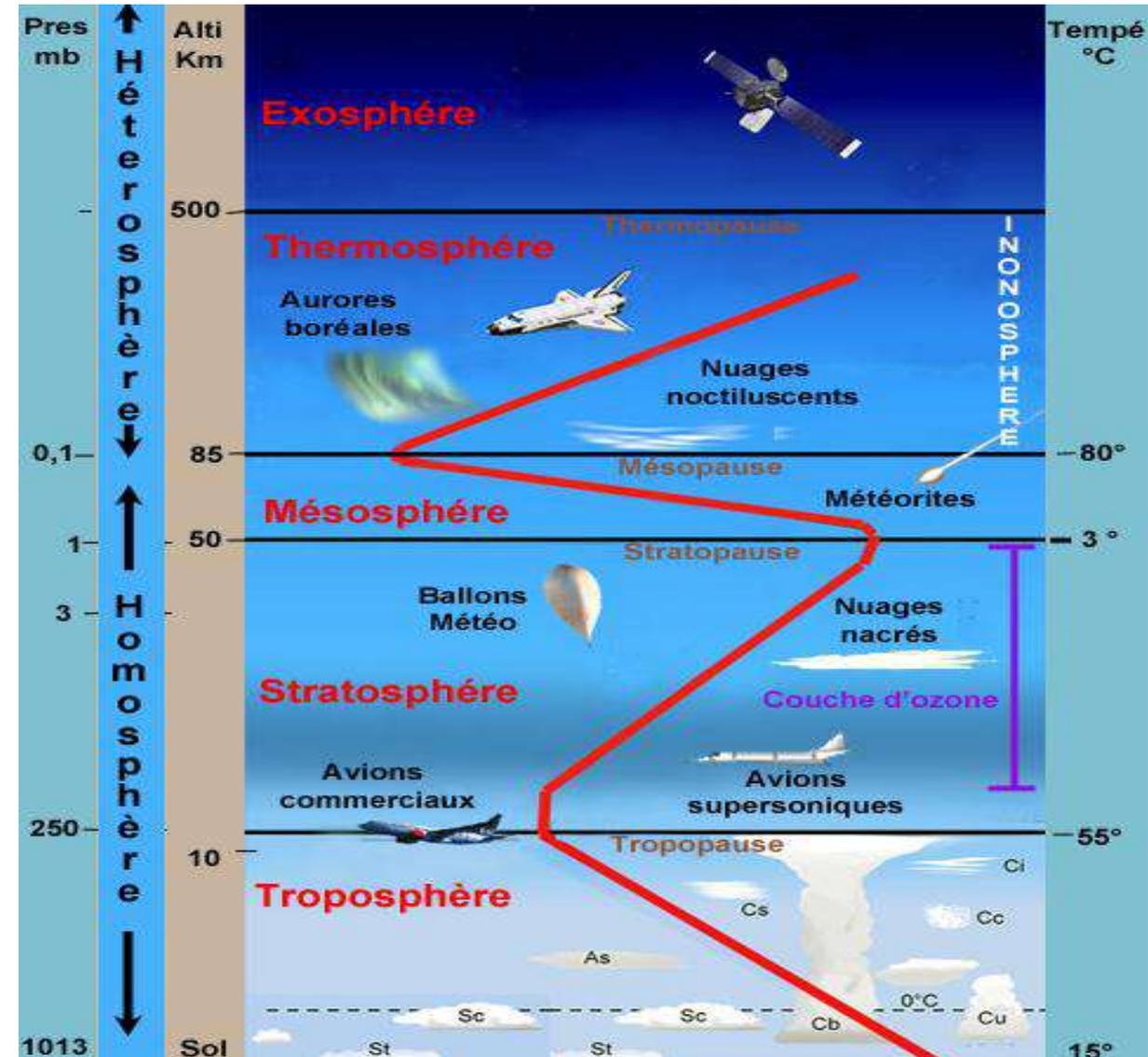
➤ L'atmosphère est une couche gazeuse maintenue autour de la terre par gravité ;

➤ Selon les variations de température l'atmosphère inférieure peut être subdivisée en plusieurs couches superposées :



I-1- Structure et composition de l'atmosphère :

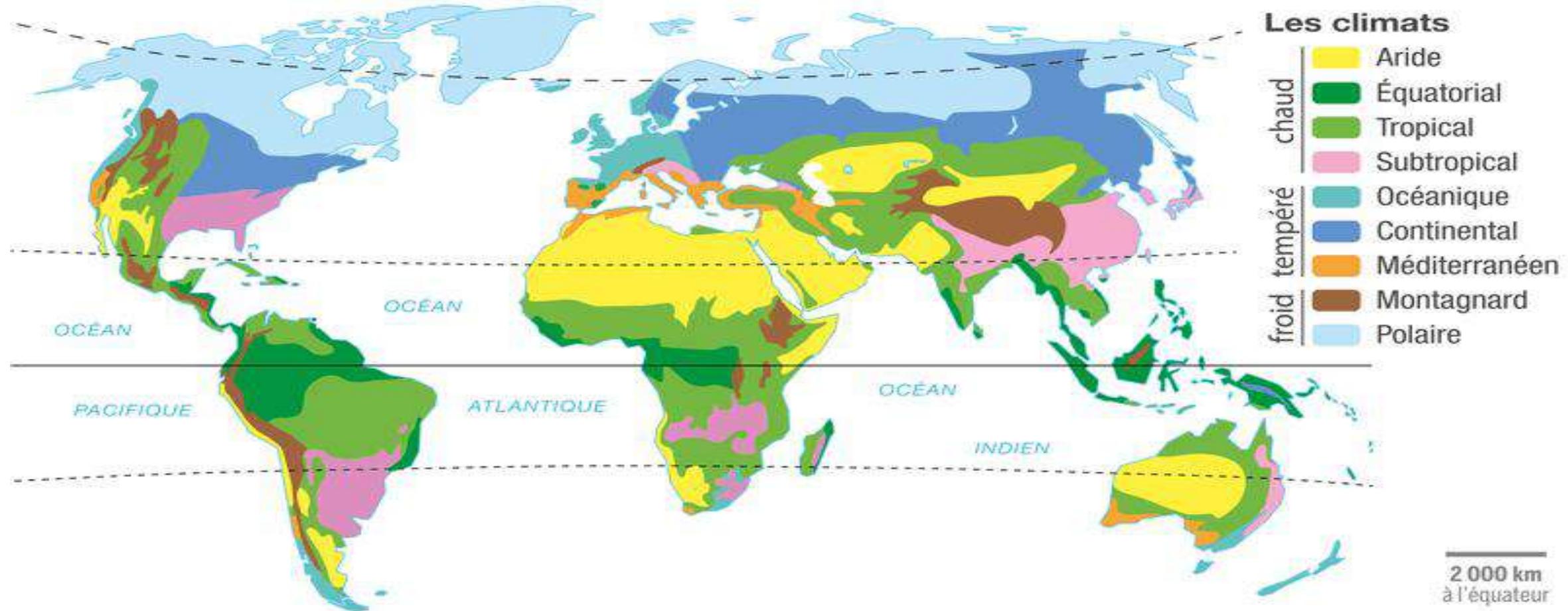
- la troposphère est la couche *"vivante"* de l'atmosphère ;
- elle contient **80% de la masse totale de l'atmosphère** terrestre et la **quasi-totalité de la vapeur d'eau** atmosphérique
- elle est le siège de **nombreux échanges** avec la terre et (cycle de l'eau, présence des nuages,...) ;
- c'est une couche troublée par des mouvements dans le sens **vertical et horizontal**.



I-1- Structure et composition de l'atmosphère :

- ❖ La composition chimique de l'atmosphère est assez constante ; elle englobe **78 % d'azote** et **21 % d'oxygène** auxquels s'ajoutent **d'autres gaz** (dioxyde de carbone CO₂, ozone O₃, gaz rares... etc.) en très faibles proportions. La **vapeur d'eau** y est présente en quantité variable selon le temps et l'espace ;
- ❖ La troposphère est la zone des nuages, des précipitations, et des variations notables de pression. **Ses mouvements déterminent les climats.**

I-1- Types de climats :



I-1- Facteurs climatiques :

Les climats résultent de **deux groupes de facteurs** :

- **Les facteurs cosmiques et planétaires = facteurs globaux** qui agissent sur toute la planète : latitude, mouvements de la terre (rotation et révolution) et circulation atmosphérique.
- **Les facteurs géographiques = facteurs régionaux** qui agissent à l'échelle régionale : l'altitude, les courants marins et continentalité.

I-1- Facteurs climatiques :

La latitude est la position par rapport à l'équateur. Elle détermine :

- l'inclinaison des rayons solaires
- le bilan des radiations solaires
- l'emplacement des zones de haute et basse pression.
- les régions des pôles ont des T° plus froides et celles dans l'équateur ont des T° élevées.

❖ Le bilan radiatif ;

❖ La répartition géographique du rayonnement solaire.

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

Qu'est-ce que le bilan radiatif ?

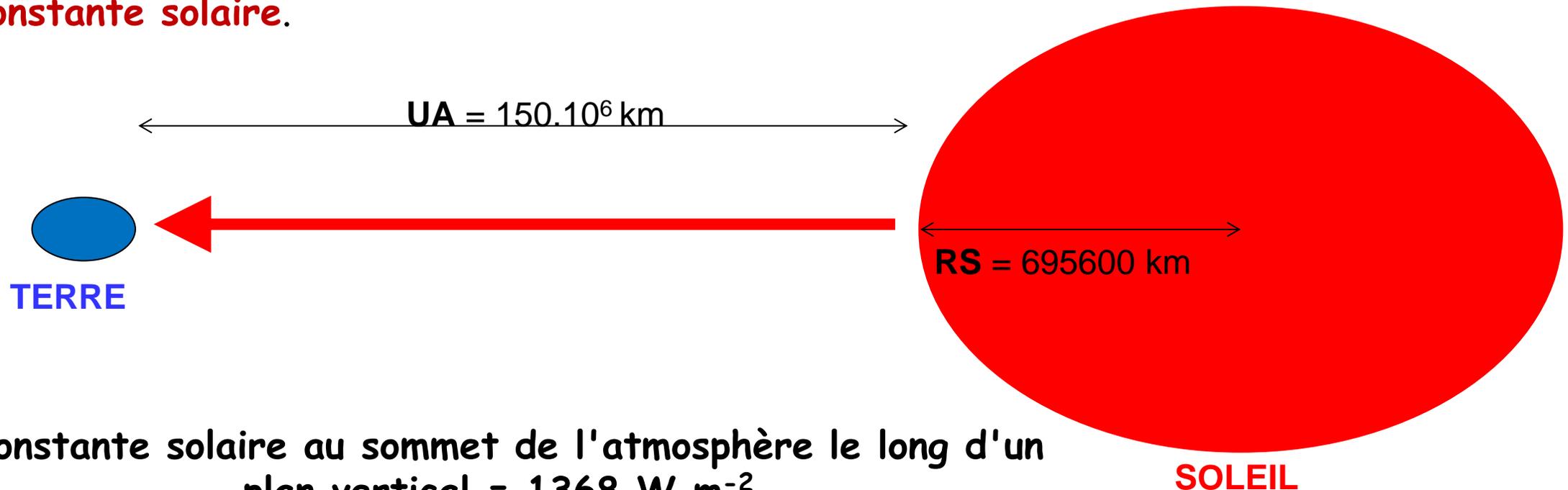
- ✓ Le **bilan radiatif** ou rayonnement net de la planète qui correspond à la **différence entre le flux solaire absorbé** (incident moins réfléchi), et le **flux thermique émis** vers l'espace.
- ✓ L'état **thermique du système Terre-atmosphère est relativement stationnaire** = équilibre entre le flux solaire absorbé, qui chauffe la Terre, et la chaleur rayonnée (flux thermique sortant)

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

L'énergie solaire

Le soleil est une source de rayonnement dont la puissance peut être considérée comme constante à l'échelle de temps d'une vie humaine.

Au sommet de l'atmosphère terrestre, cette puissance est de 1368 W valeur appelée constante solaire.

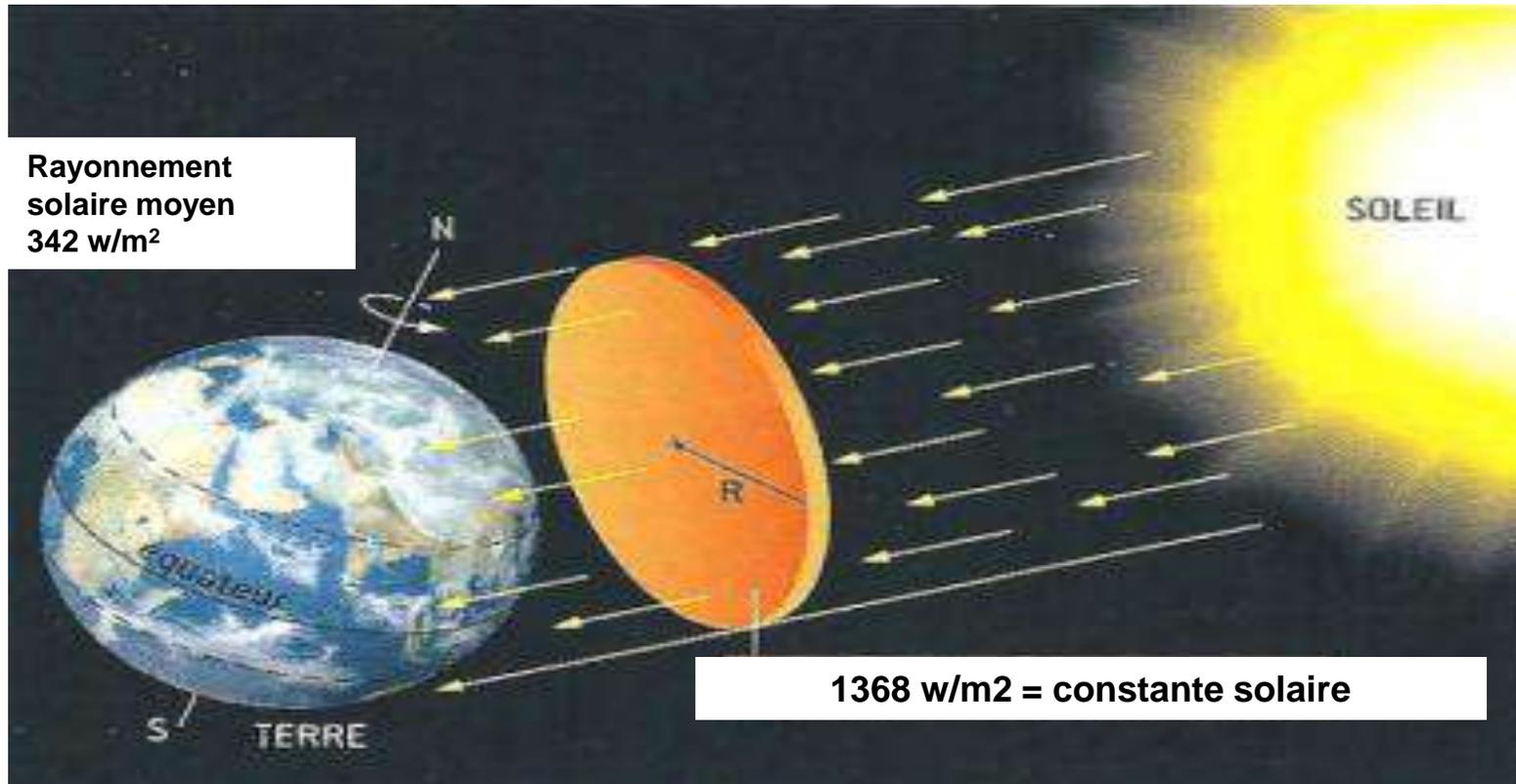


Constante solaire au sommet de l'atmosphère le long d'un plan vertical = 1368 W.m^{-2} .

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

L'énergie solaire

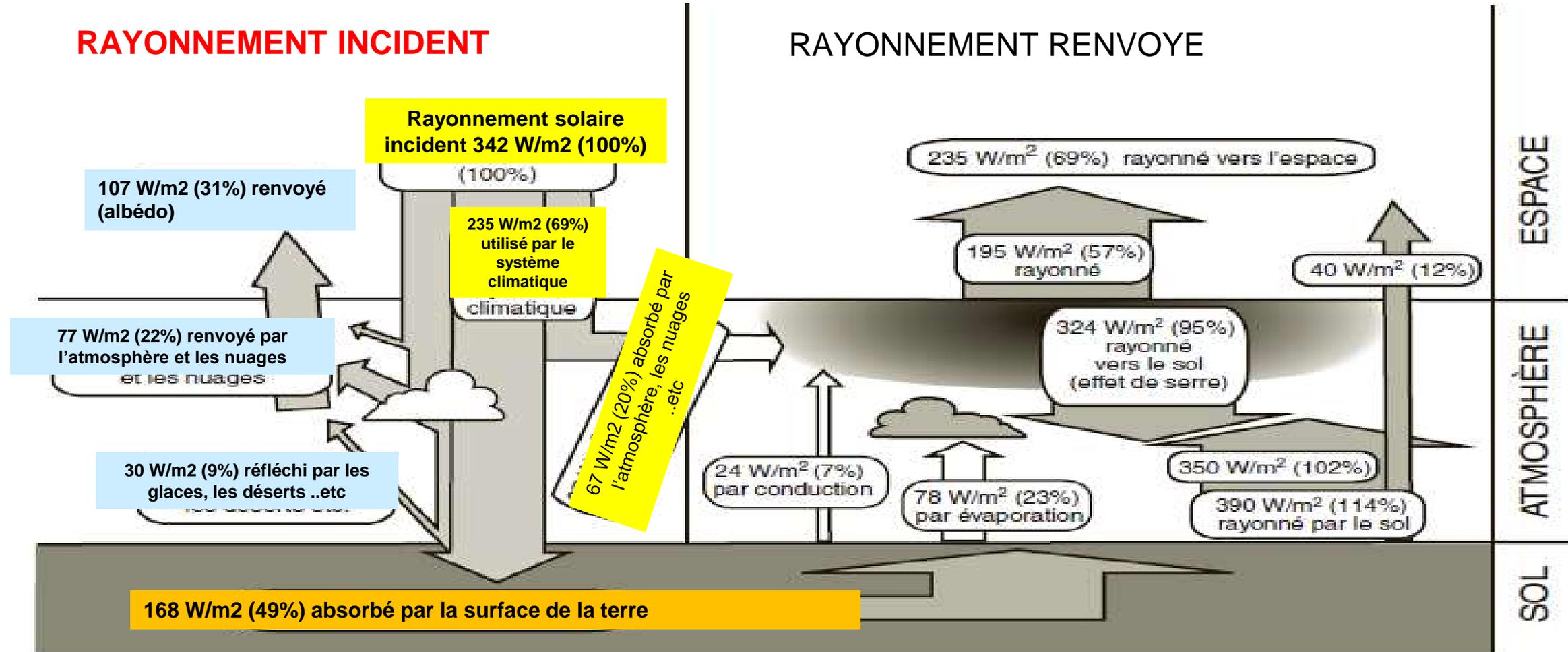
L'énergie solaire totale reçue par la Terre, est égale à celle interceptée par un disque, orthogonal au rayonnement, ayant le même rayon que la Terre soit 1368w.



Surface d'un disque = πR^2
Surface d'une sphère = $4 \pi R^2$

Rayonnement solaire moyen est de 342 w.m⁻² mais avec une répartition très inégale selon les lieux et les moments

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:



I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

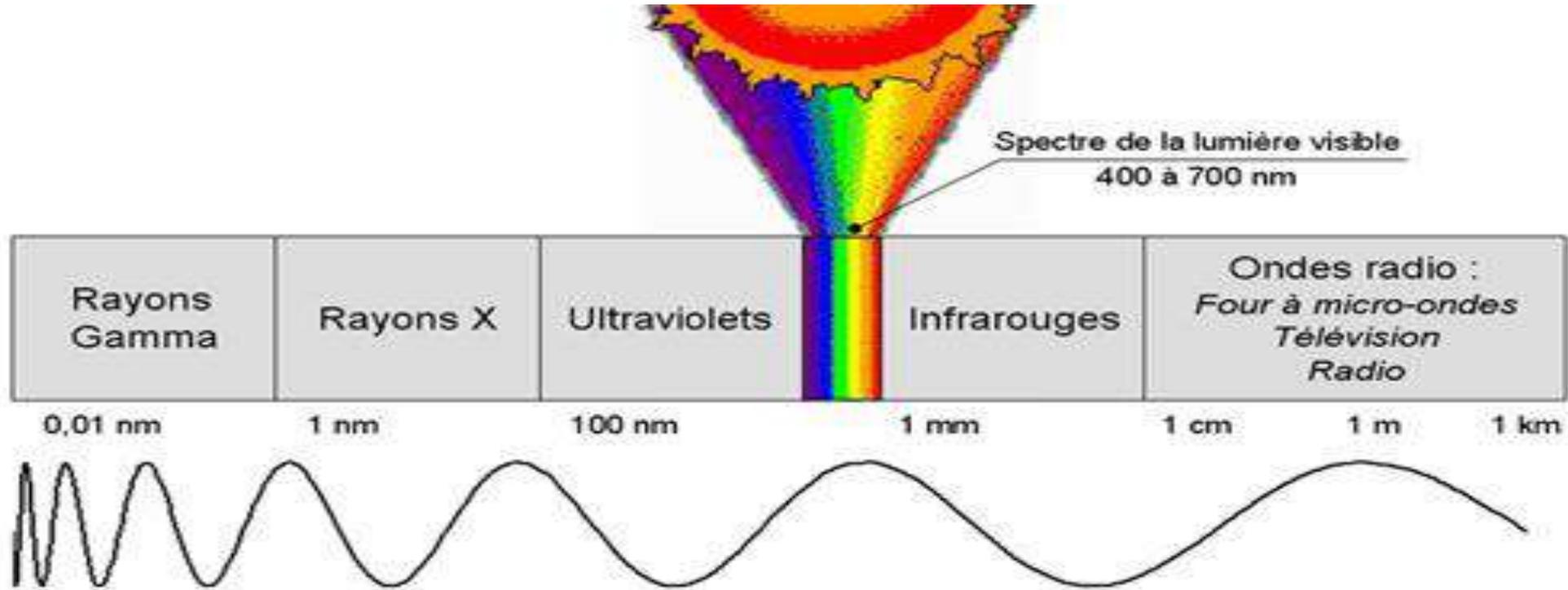
Au cours de son trajet dans l'atmosphère, une partie du rayonnement solaire va être **renvoyée dans l'espace sans modifications**, le reste, après des **transformations diverses**, sera en définitive retourné vers l'espace :

❖ Absorption

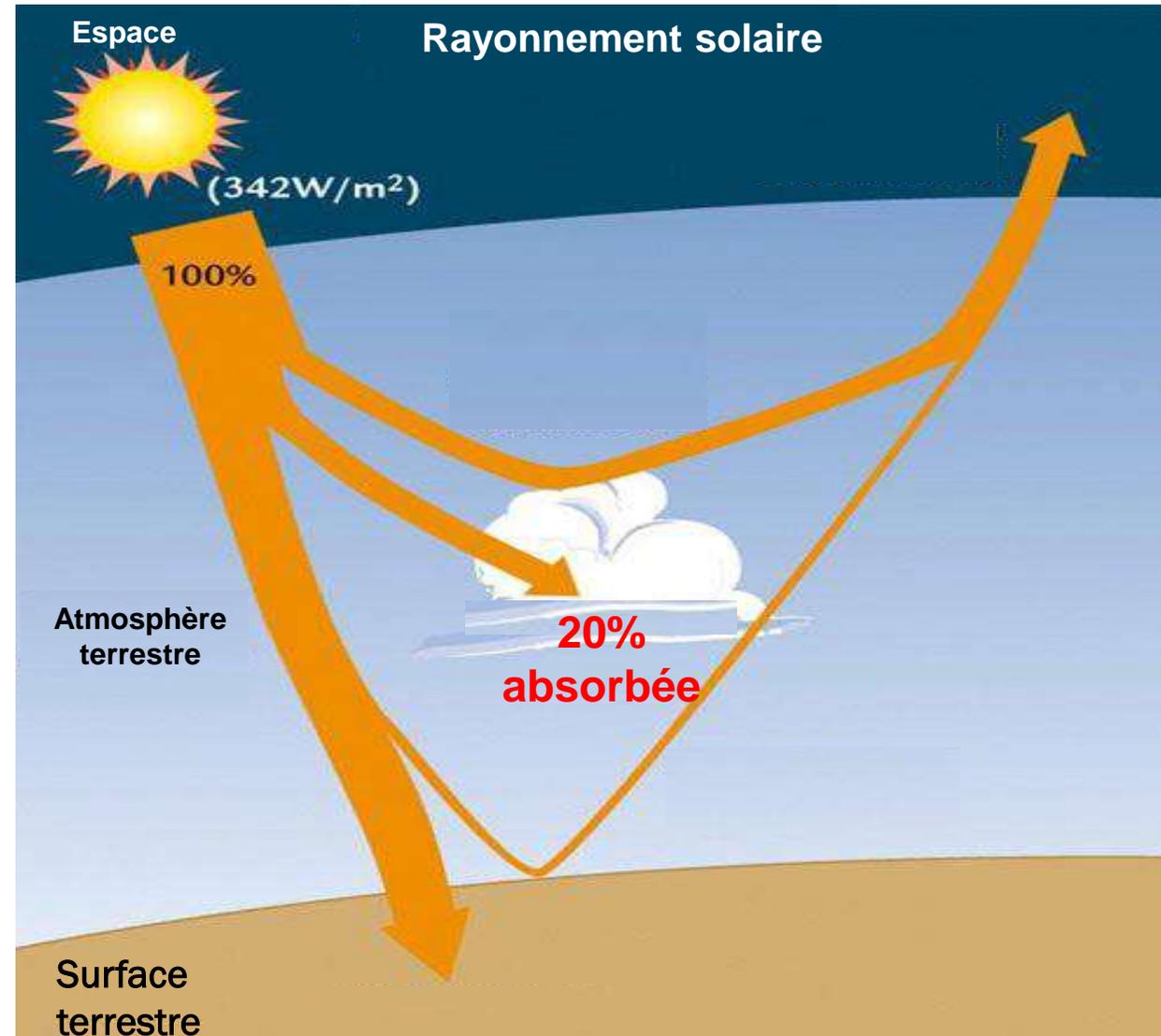
- les rayonnements sont soumis à une **absorption sélective** par les gaz constituant l'atmosphère (l'azote, l'oxygène, le dioxyde de carbone, l'ozone et la vapeur d'eau) ;
- au total, **20 % de l'énergie incidente est absorbée**, dont environ 3% par les nuages ; cette énergie n'est pas perdue : elle est **transformée en chaleur** et contribue à élever la température des différents gaz l'ayant absorbé ;
- la traversée de l'atmosphère aboutit à **l'élimination des rayonnements** infrarouges et ultraviolets ; seuls restent ceux de courte longueur d'onde .

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

La longueur d'onde (λ) comprise entre 400 et 800 nanomètre (nm) avec $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$



I-2- Le bilan énergétique de la Terre:



I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

❖ Diffusion :

Les gaz de l'atmosphère et les poussières **diffusent les rayons solaires** (les renvoient sans changement de longueur d'onde) **dans toutes les directions** :

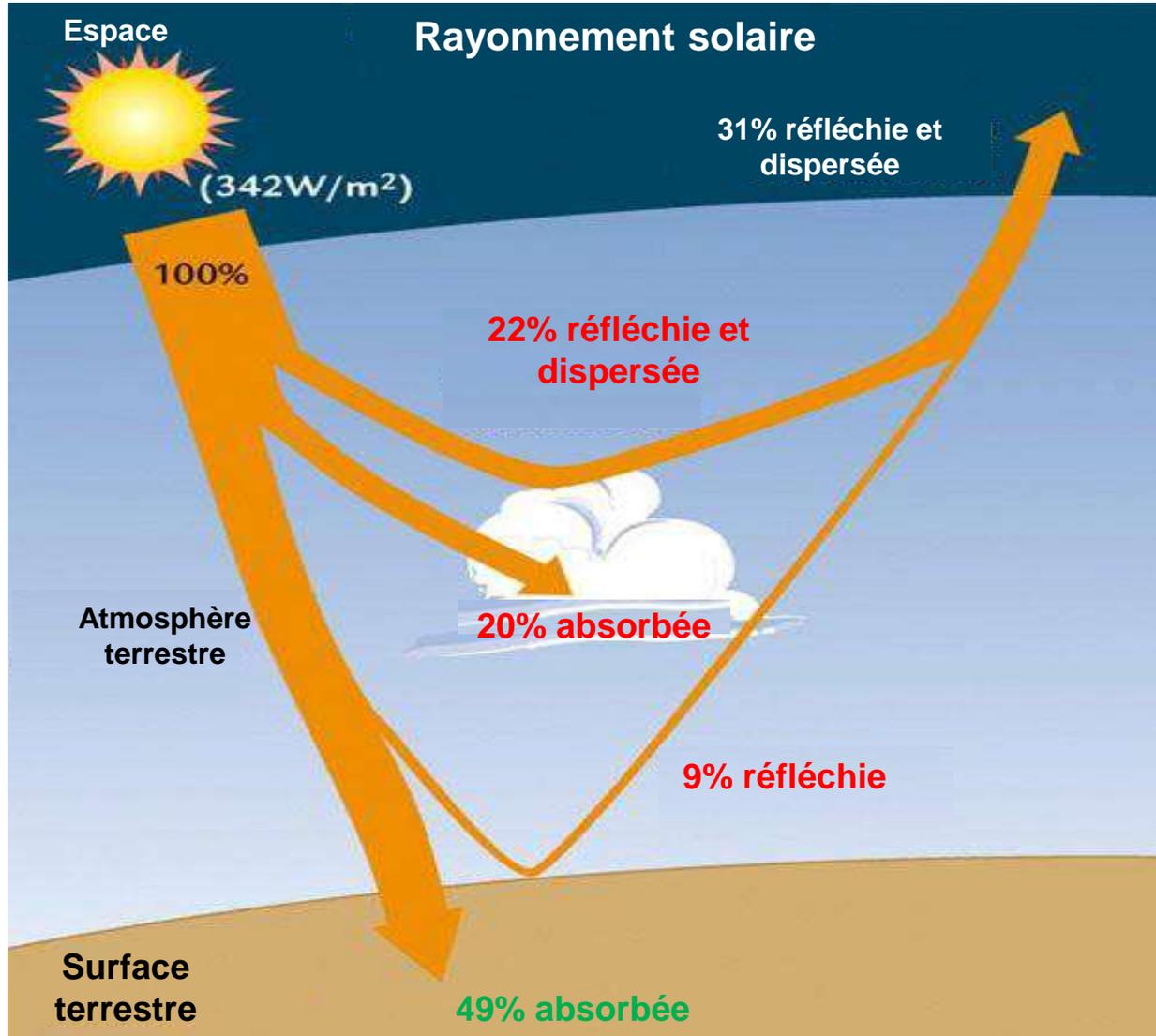
- La plus grande partie est **dirigée vers le sol** (23 % du rayonnement incident) ;
- Une autre partie, retournée vers l'espace (environ **3 %**), est **perdue pour le système climatique**.

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

❖ Réflexion :

- Principalement par **les nuages** dont la surface supérieure, extrêmement réfléchissante ;
- **Joue un rôle fondamental dans les climats** puisqu'elle renvoie vers le ciel **19 %** du rayonnement incident ;
- Aussi par les **surfaces claires du globe** (glaces polaires et zones désertiques), qui renvoient vers l'espace **9 %** du rayonnement incident.

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

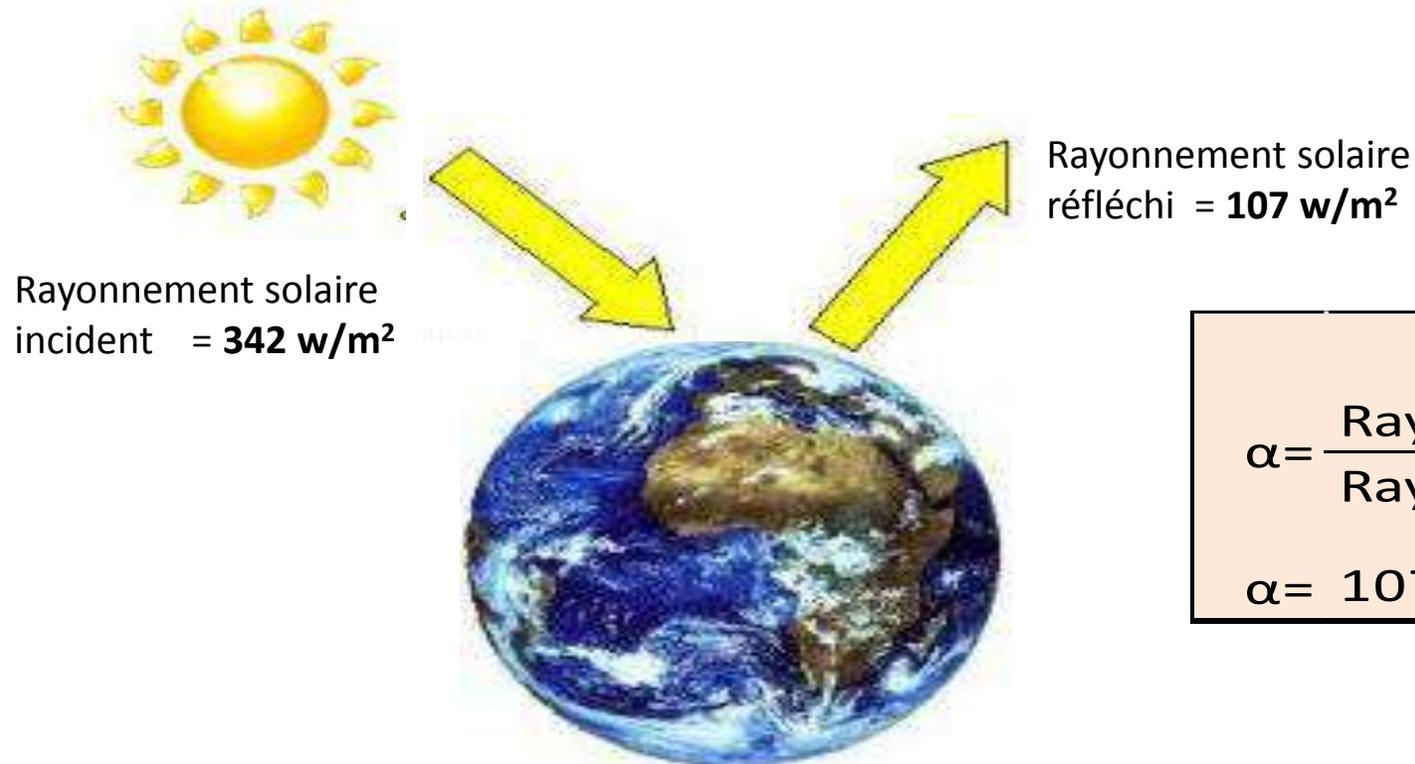


En définitive, seul **49 %** du rayonnement solaire incident est effectivement absorbée par **la surface terrestre**.

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

L'albédo, quelques chiffres

L'**albédo** total de la planète, c'est-à-dire la **proportion de rayonnement solaire renvoyé dans l'espace sans modification**. Sa valeur est de 0,31 du rayonnement incident.



Albédo

$$\alpha = \frac{\text{Rayonnement solaire réfléchi}}{\text{Rayonnement solaire incident}}$$

$$\alpha = 107/342 = \mathbf{0,31}$$

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

L'albédo, quelques chiffres

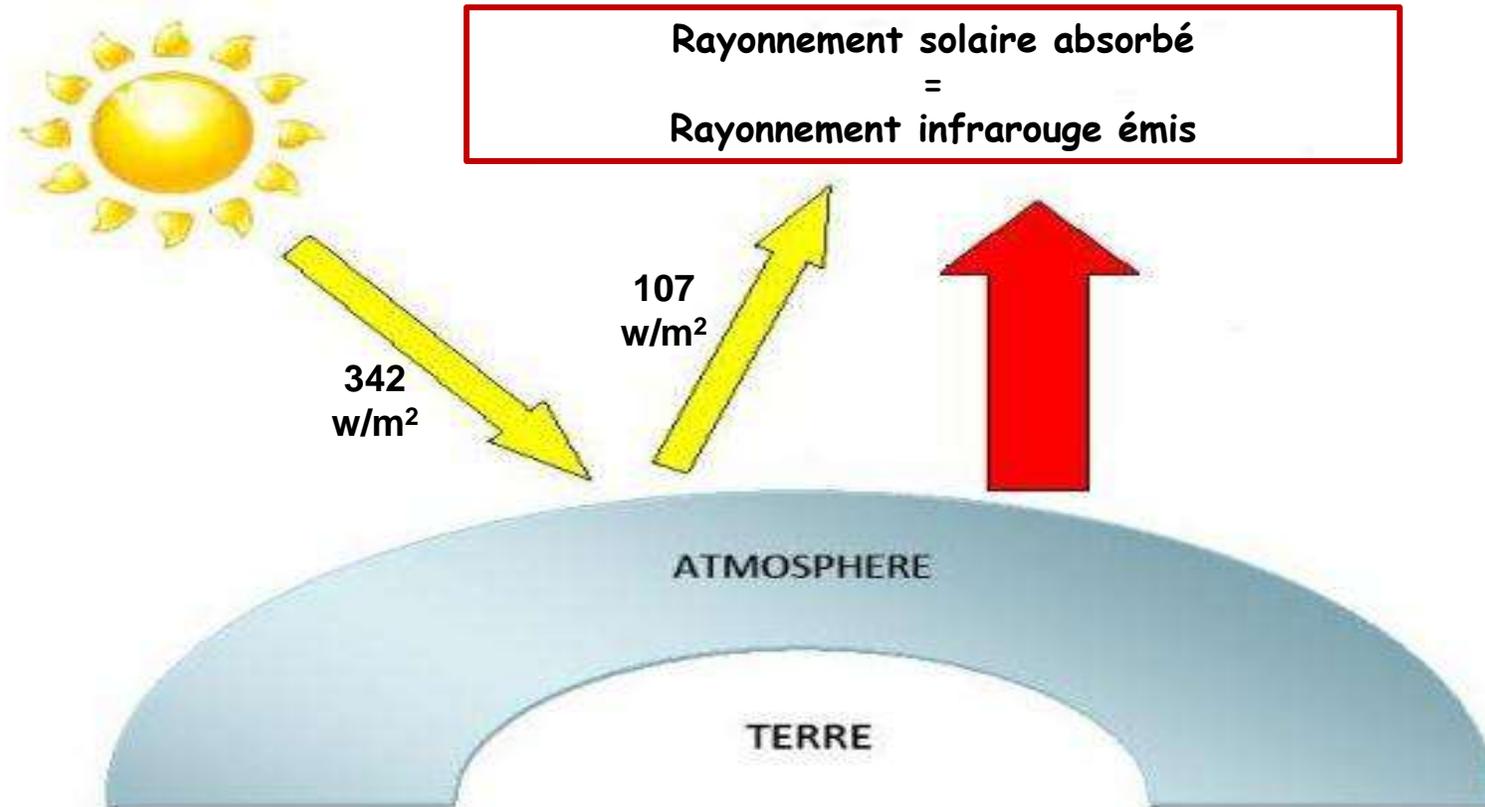
- Selon les surfaces éclairées, l'albédo peut varier considérablement. En voici quelques valeurs moyennes :

- neige fraîche : 0,85,
- nuages : 0,6 à 0,9,
- glace : 0,4,
- sable et champs : 0,2,
- forêts et eaux : 0,1.

- Noter que seuls les **nuages** et les **surfaces enneigées** ou **englacées** ont un **albédo supérieur à la moyenne** planétaire.
- **Les variations de leurs surfaces peuvent avoir une grande importance dans l'équilibre des climats.**

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

La **Terre émet** à son tour dans l'atmosphère de la chaleur sous forme de **rayonnement infrarouge** (grandes longueurs d'onde) :



I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

- **23 %** d'énergie est restituée suite à la **condensation de la vapeur d'eau en altitude formant des nuages**. Cette énergie soustraite à la surface terrestre a servi initialement au processus d'évaporation d'eau et d'évapotranspiration, (passage de phase liquide au gaz).
- **19 %** de l'énergie est émise par le **sol** du fait de son **échauffement**.
- **7 %** servant au **réchauffement de l'atmosphère**.

Si on somme les énergies retournées vers l'espace (7 + 23 + 19), on retrouve les 49 % reçues par la surface terrestre.

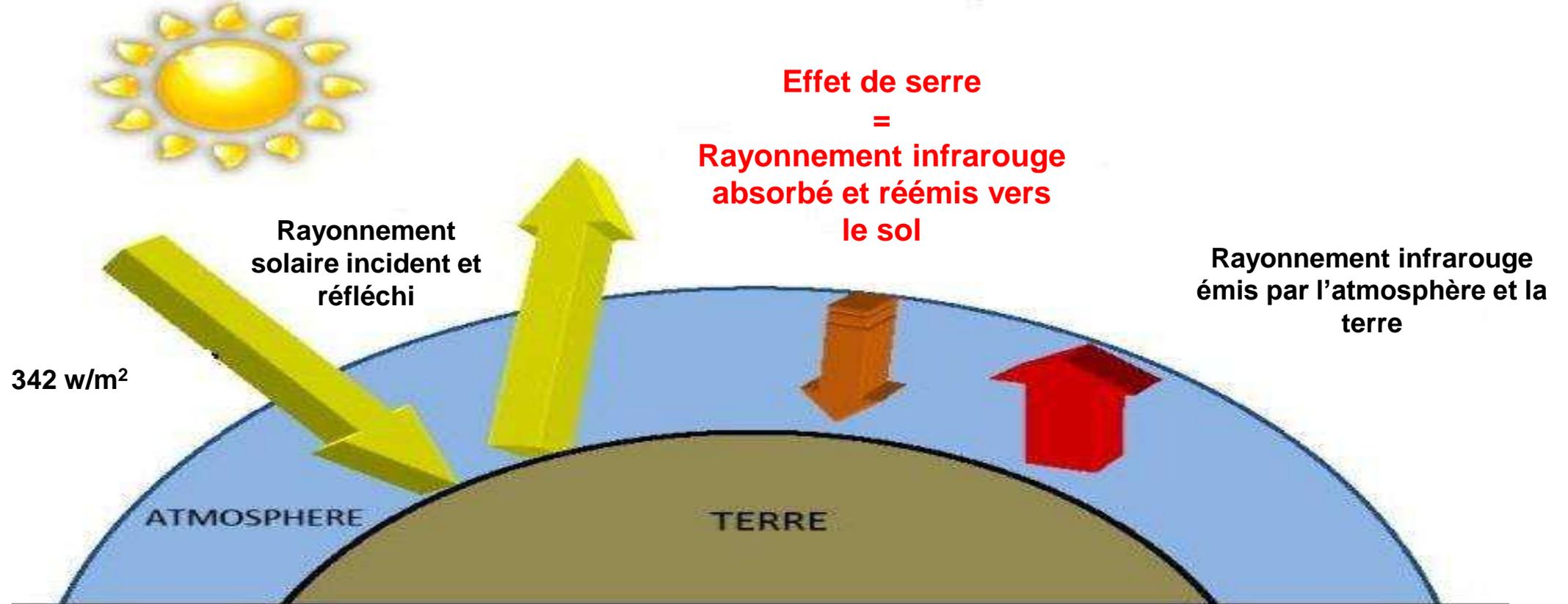
I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

Et si on rajoute les **20% absorbées** on obtient **69%** restantes après que l'albédo ait, pour sa part, retranché 31 % de l'énergie incidente, ce qui **correspond à un système en équilibre.**

les flux entrant et sortant ont même intensité 235 W/m^2 correspondent à une température de $255 \text{ K} = -18^\circ\text{C}$. Ce serait la **température moyenne sur Terre en absence d'effet de serre!**

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

Le rayonnement infrarouge émis par l'atmosphère et la surface terrestre est en **grande partie absorbé et réémis vers le sol** par les nuages et les gaz à effet de serre (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, ozone et méthane pour les plus importants).



I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

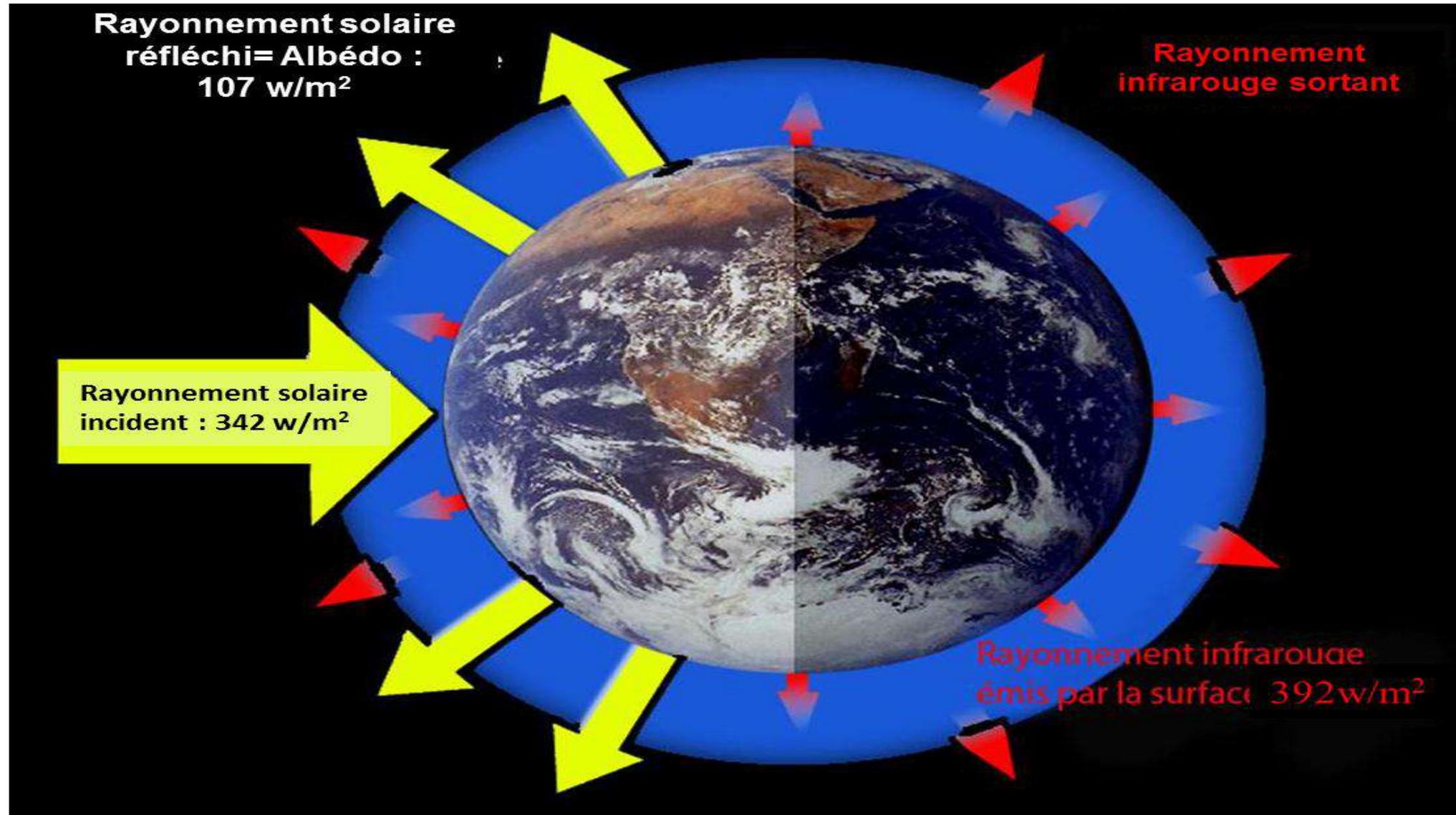
Les gaz à effet de serre ont la particularité d'être pratiquement transparents au rayonnement solaire et opaques au rayonnement infrarouge émis par la terre.

L'atmosphère se comporte, au niveau du sol, comme une paroi de serre qui ne laisserait sortir que 60 % de l'énergie intérieure.

L'énergie est piégée. Ce phénomène a été baptisé « effet de serre » par analogie avec la serre du jardinier.

Ainsi la température de la surface terrestre est de 15°C au lieu de -18°C .

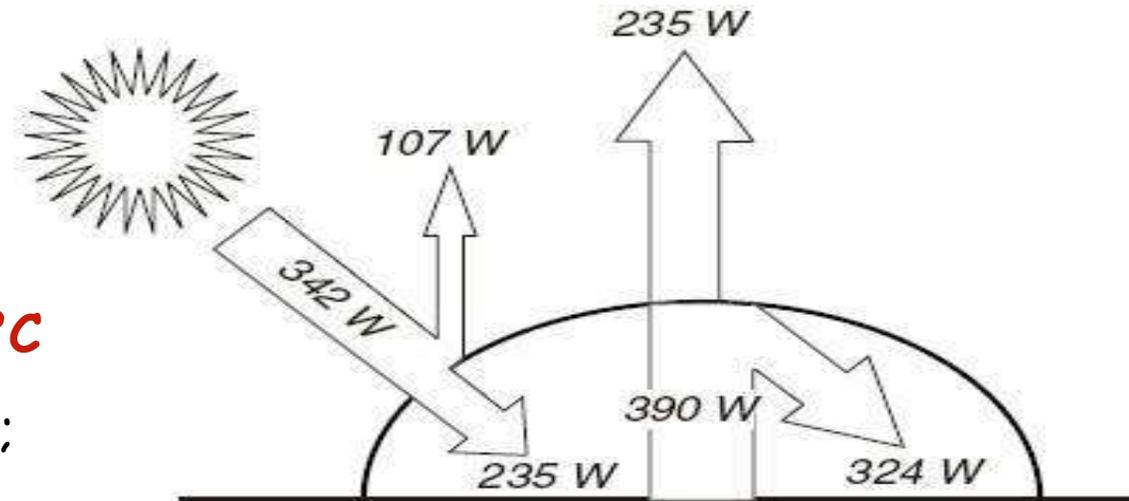
I-2- Le bilan énergétique de la Terre:



I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

Bilan de l'effet de serre en bas de la troposphère

- ✓ La puissance reçue du Soleil au sommet de l'atmosphère est de 342 W/m^2 dont 107 sont renvoyés vers l'espace. Il en **reste donc 235 pour échauffer le système climatique** ;
- ✓ La température au sol **doit atteindre $15 \text{ }^\circ\text{C}$ pour émettre un rayonnement de 390 W/m^2** ;
- ✓ l'effet de serre ne laissant passer que **60 % de l'énergie** rayonnée au sol



I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

Bilan de l'effet de serre en bas de la troposphère

Une variation de la concentration des gaz atmosphériques absorbant l'infrarouge ne peut donc pas être sans conséquences sur la température de la planète.

	Mercure	Vénus	Terre	Mars
Distance au soleil (UA)	0,387	0,723	1	1,523
Albédo A	0,119	0,750	0,306	0,250
Température calculée	161 °C	-41 °C	-19 °C	-63 °C
Température au sol	167 °C	464 °C	15 °C	-65 °C

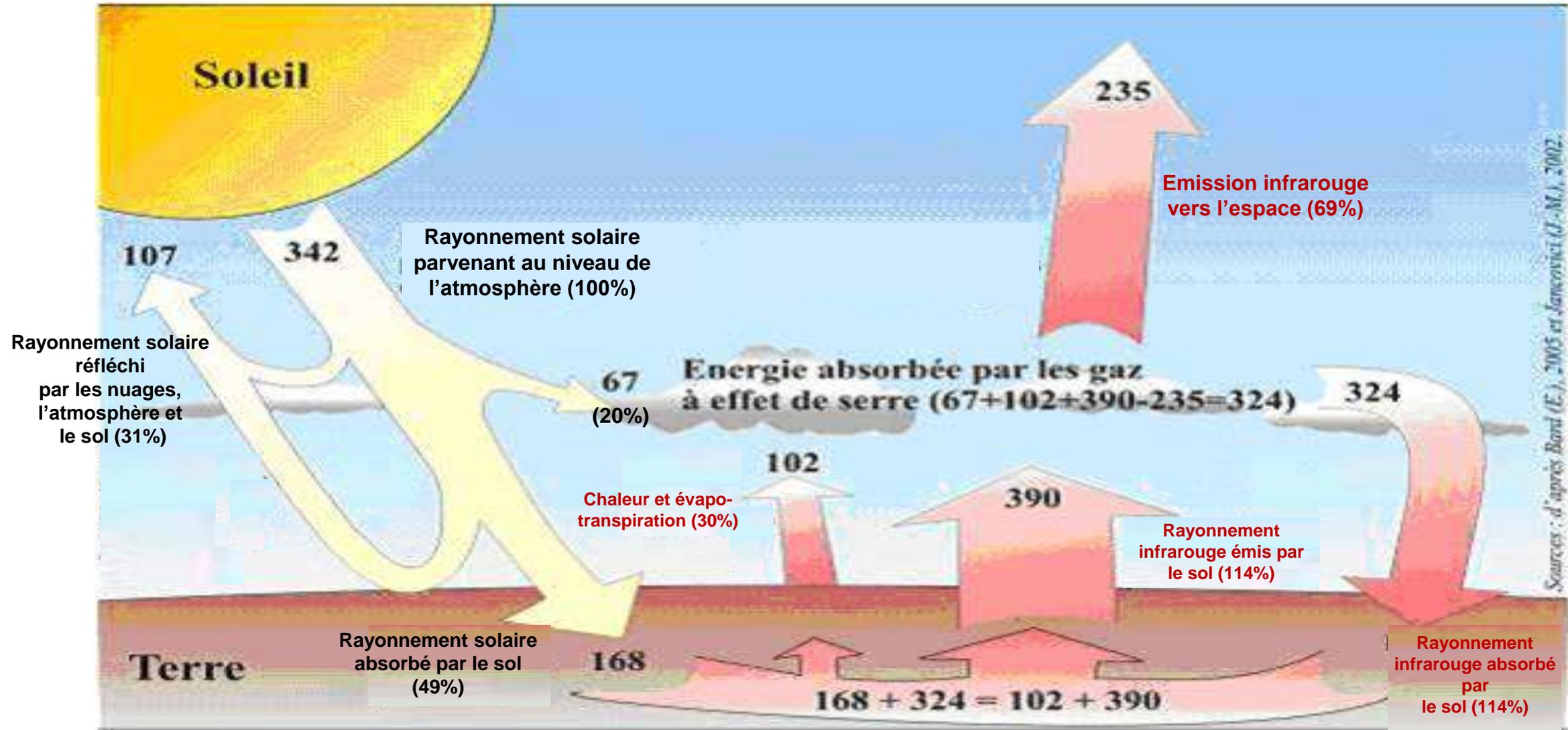
Si l'effet de serre est absent sur Mercure et sur Mars, il n'en va pas de même sur Terre et, surtout, sur Vénus où il augmente la température au sol de plus de 500 °C par rapport à ce qu'elle serait sans sa très dense atmosphère.

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:

En résumé :

- ✓ 31 % du rayonnement solaire envoyé sur terre est réfléchi vers l'espace (*albedo*), 20 % sont absorbés par l'atmosphère, le reste, soit 49 %, est absorbé par le sol, la végétation et l'océan ;
- ✓ Ceux-ci, ainsi échauffés, vont restituer cette énergie 1) par conduction calorifique (*chaleur sensible*), 2) par évaporation d'eau (*chaleur latente*), 3) par émission de rayonnement infrarouge ;
- ✓ L'absorption des infrarouges par les gaz à effet de serre augmente largement la température de la troposphère par rapport à ce qu'elle devrait être sans ces gaz (au sol, en moyenne 15 °C au lieu de -19 °C).

I-2- Le bilan énergétique de la Terre:



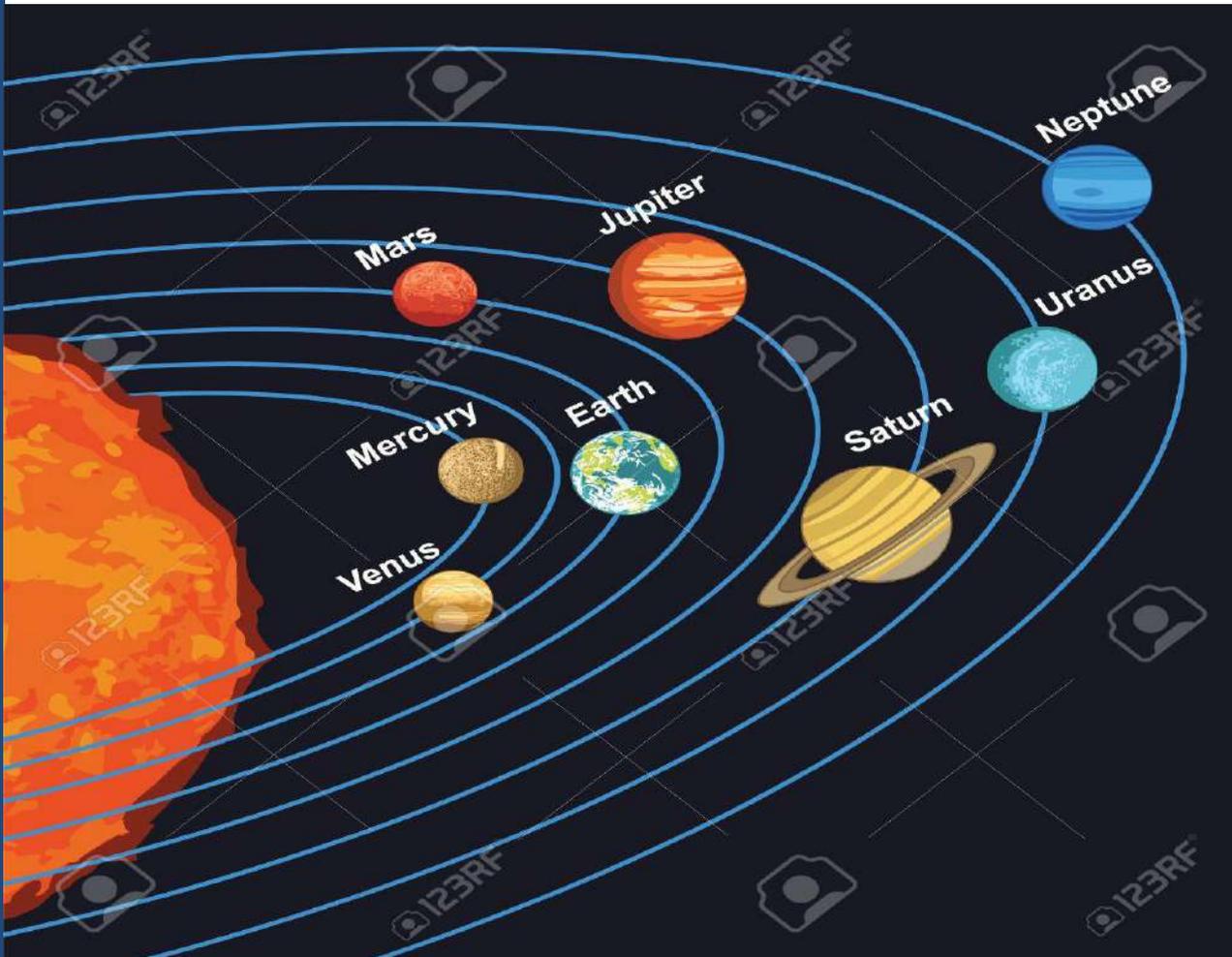
I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

La façon dont le **rayonnement solaire est réparti à la surface de la Terre et en fonction du temps ?**

On sait que de grandes différences existent dans ce domaine **selon les latitudes et selon les saisons**. C'est en effet les **positions relatives du Soleil et de la Terre** qui règlent cette **répartition**.

1.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

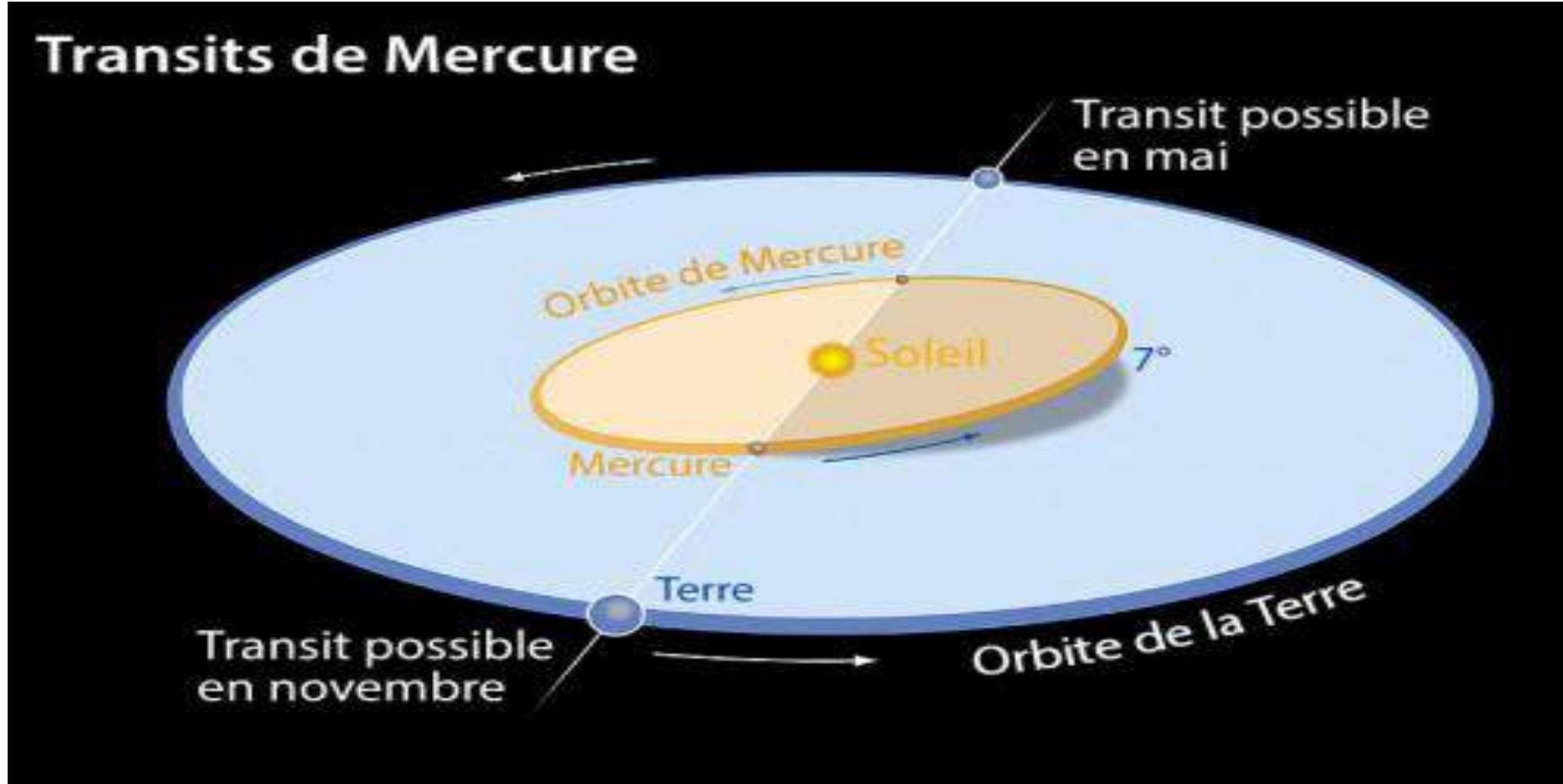
1.3.1 - L'ORBITE TERRESTRE, LES SAISONS



- ✓ la terre gravite autour du soleil dans un **plan appelé l'écliptique**.
- ✓ La trajectoire complète s'appelle une **orbite**. Le temps mis pour parcourir cette orbite est de **365 jours**.

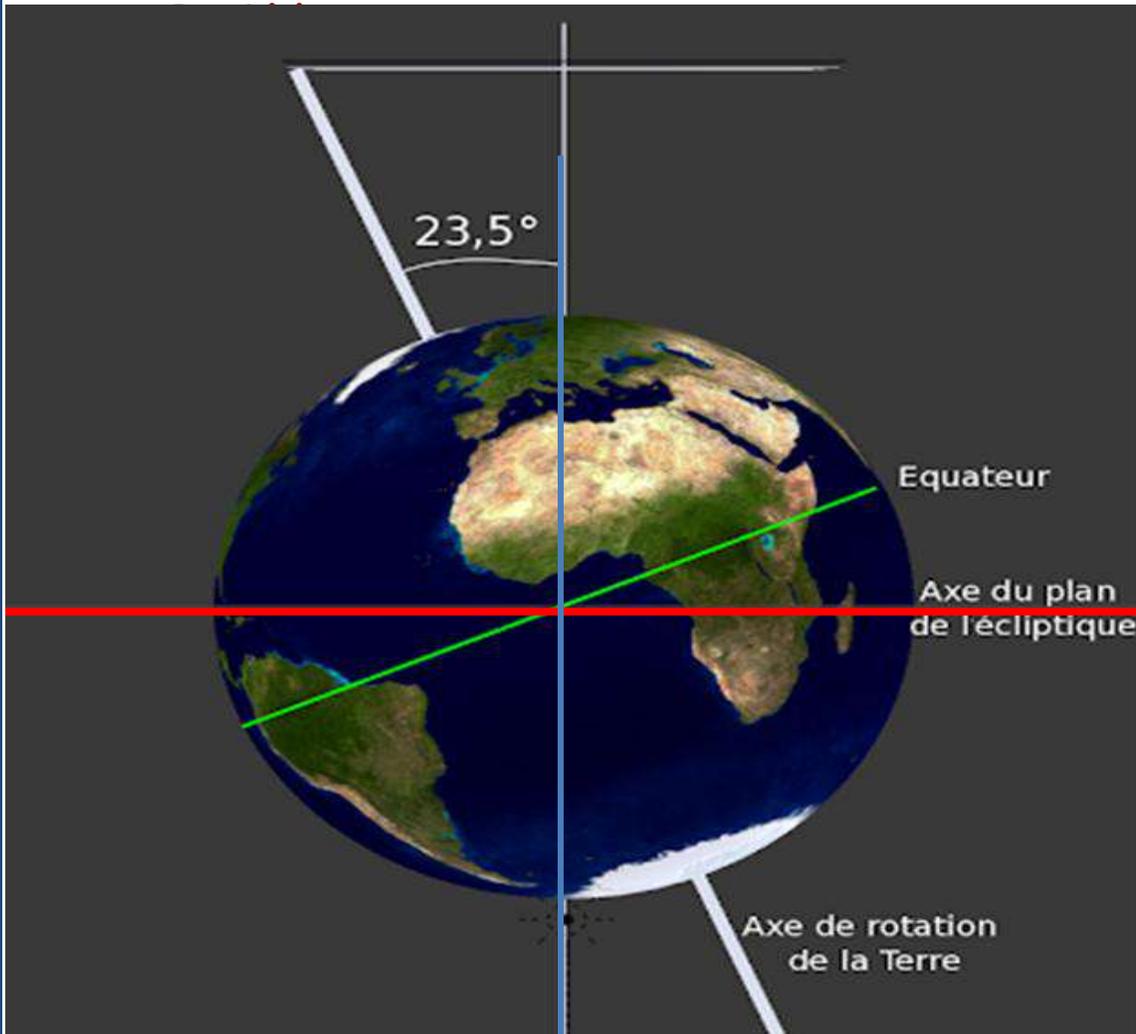
I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

1.3.1 - L'ORBITE TERRESTRE, LES SAISONS



I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

1.3.1 - L'ORBITE TERRESTRE, LES



✓ En même temps, la terre tourne sur son axe de rotation. Cet **axe n'est pas perpendiculaire au plan de l'écliptique mais oblique**. L'inclinaison est actuellement de 23,45°.

✓ Ce mouvement donne la **succession du jour et de la nuit**. Il s'effectue en **24H**.

1.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

1.3.1 - L'ORBITE TERRESTRE, LES SAISONS

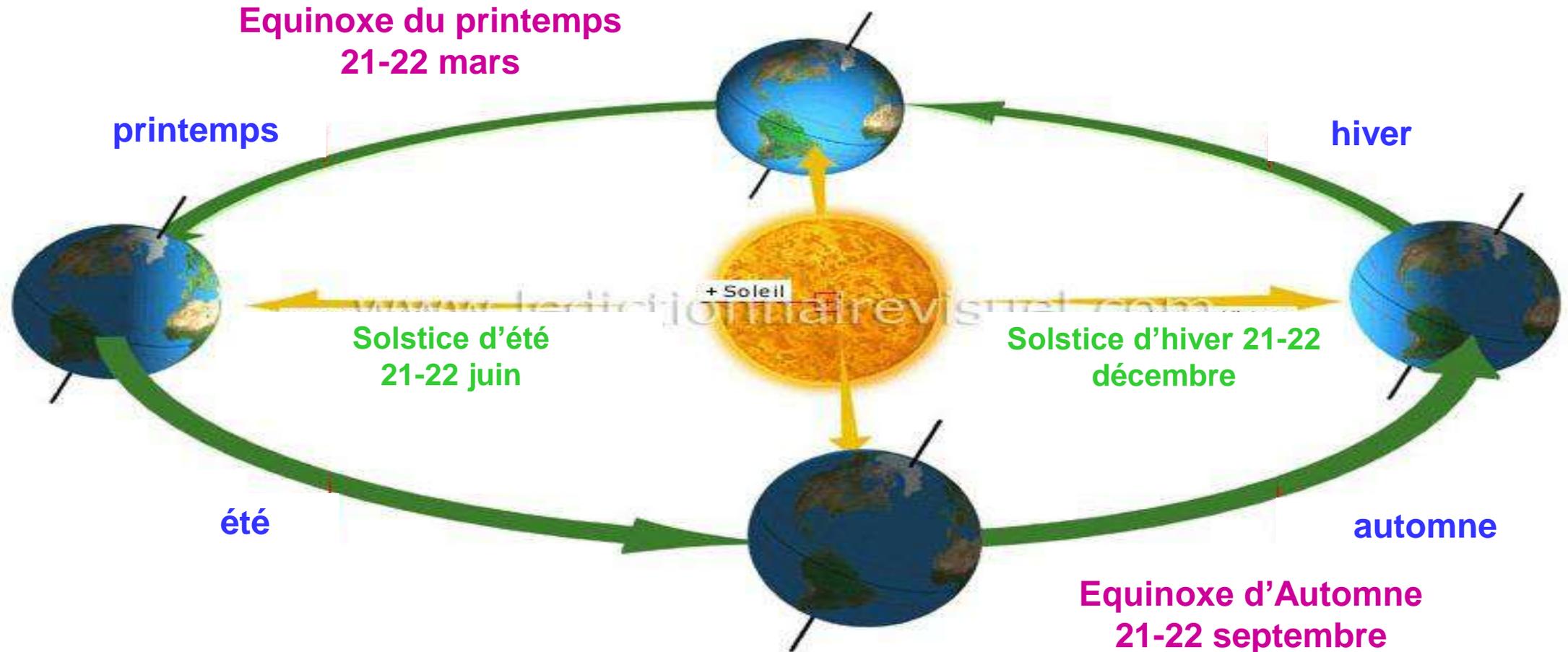
Au cours du trajet annuel de la Terre sur son orbite, son axe de rotation reste constamment parallèle à lui-même. **Deux situations extrêmes** sont alors observables au cours de l'année :

Les solstices : moments où les **rayons du soleil sont les plus inclinés** sur le plan équatorial. Le solstice d'été représente la journée la plus longue de l'année, et le solstice d'hiver la plus courte.

Les équinoxes : moments où les **rayons du soleil arrivent perpendiculairement sur l'axe de rotation de la terre** = la durée du jour et de la nuit sont égales partout sur terre.

I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

1.3.1 - L'ORBITE TERRESTRE, LES SAISONS

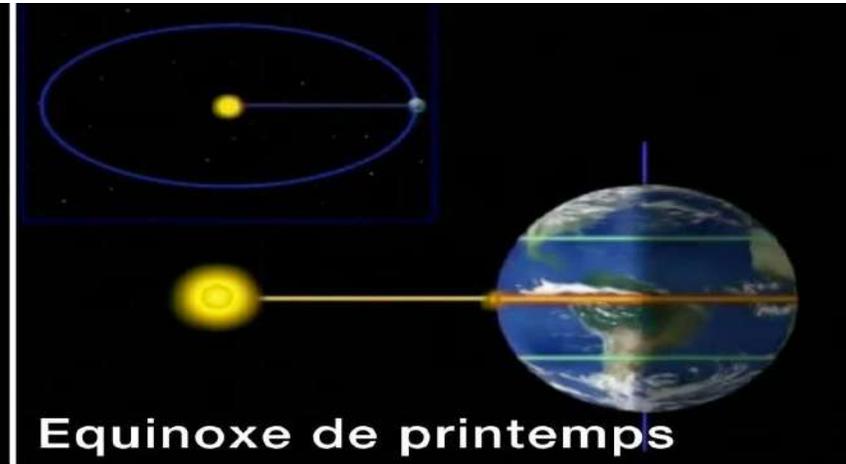


1ère Partie : Circulation atmosphérique et notions de climatologie

I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

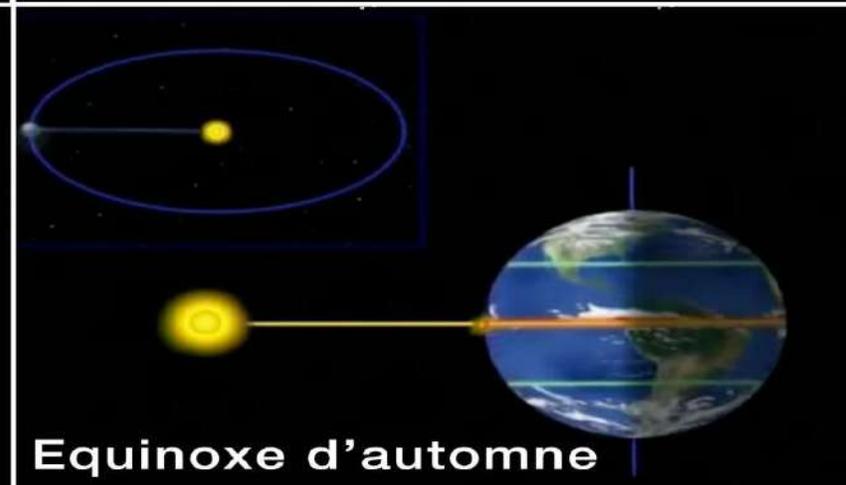
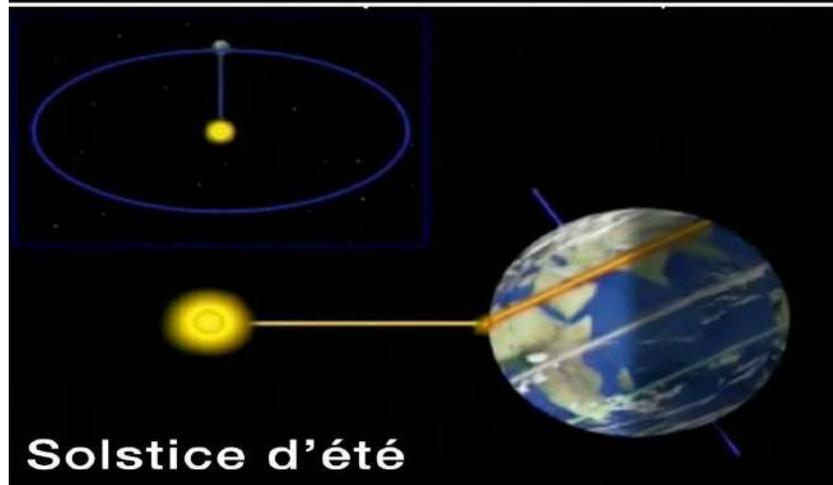
1.3.1 - L'ORBITE TERRESTRE, LES SAISONS

Rayons solaires
verticaux aux
tropiques



Rayons solaires
verticaux à
l'équateur

Différence
jour/nuit



Egalité jour/nuit

I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

1.3.2 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU RAYONNEMENT SOLAIRE AU COURS DE L'ANNÉE

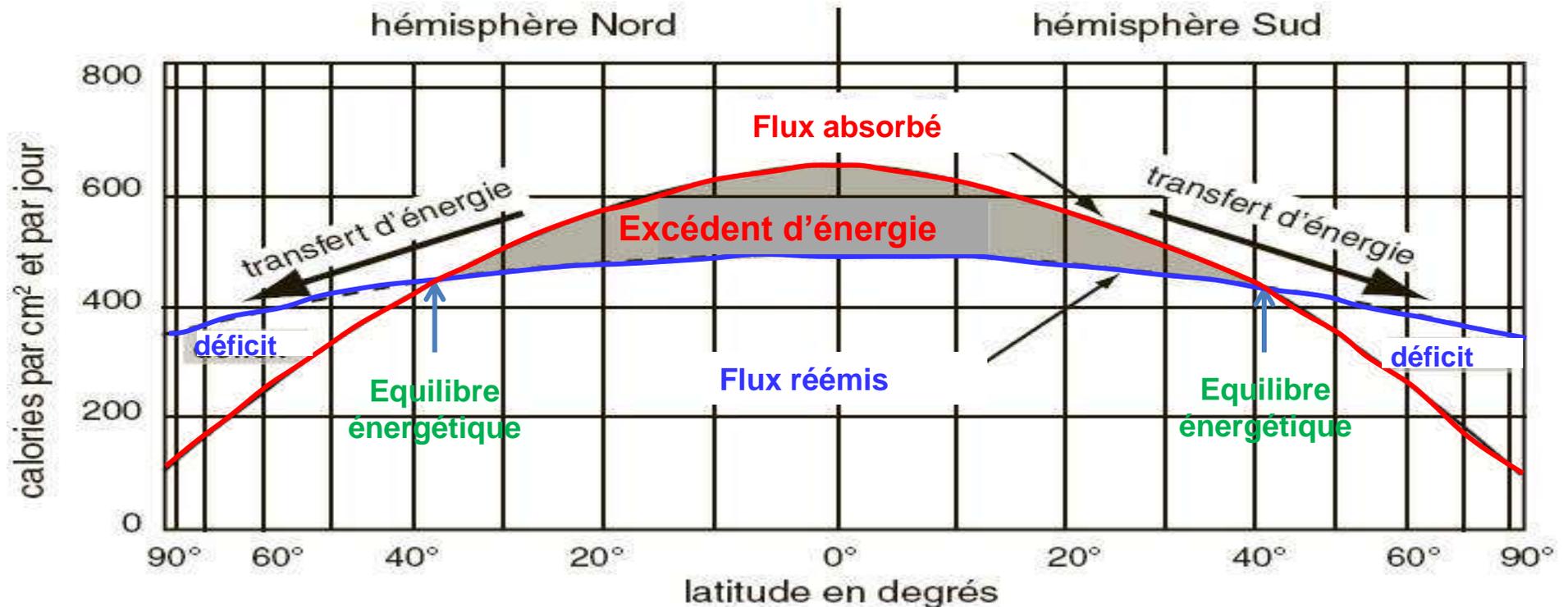
L'inégalité des jours et des nuits, leurs variations au cours des saisons, conduit à une **inégalité de la répartition du rayonnement solaire** dans l'espace et dans le temps ;

On peut représenter par une courbe la **quantité d'énergie absorbée** en moyenne par jour par le système climatique et **l'énergie rayonnée** par la Terre et ses enveloppes selon les différentes latitudes.

1ère Partie : Circulation atmosphérique et notions de climatologie

I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

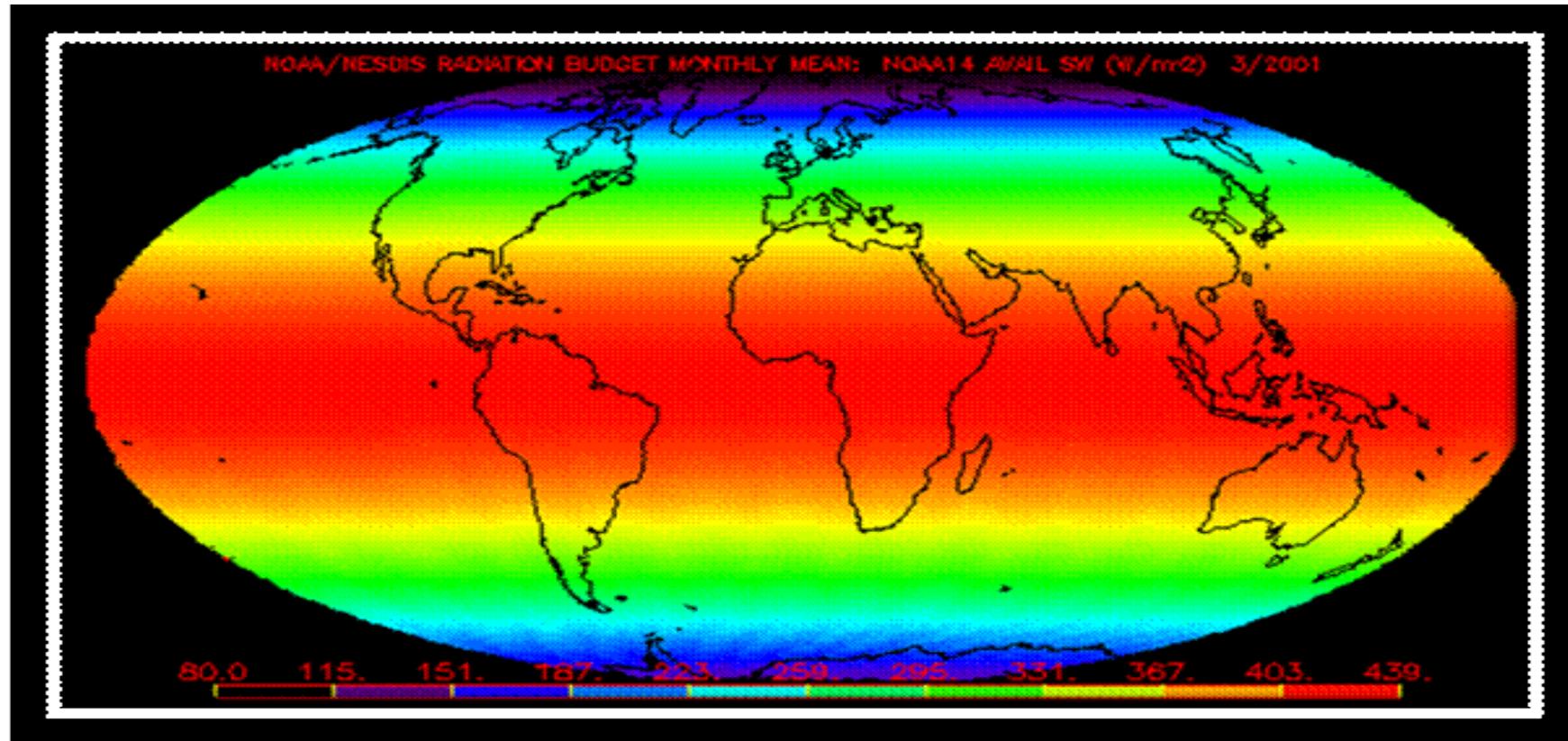
1.3.2 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU RAYONNEMENT SOLAIRE AU COURS DE L'ANNÉE



Énergie reçue du Soleil à la surface de sol aux différentes latitudes (flux absorbé) et énergie renvoyée vers l'espace aux mêmes latitudes (flux réémis)

I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

1.3.2 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU RAYONNEMENT SOLAIRE AU COURS DE L'ANNÉE

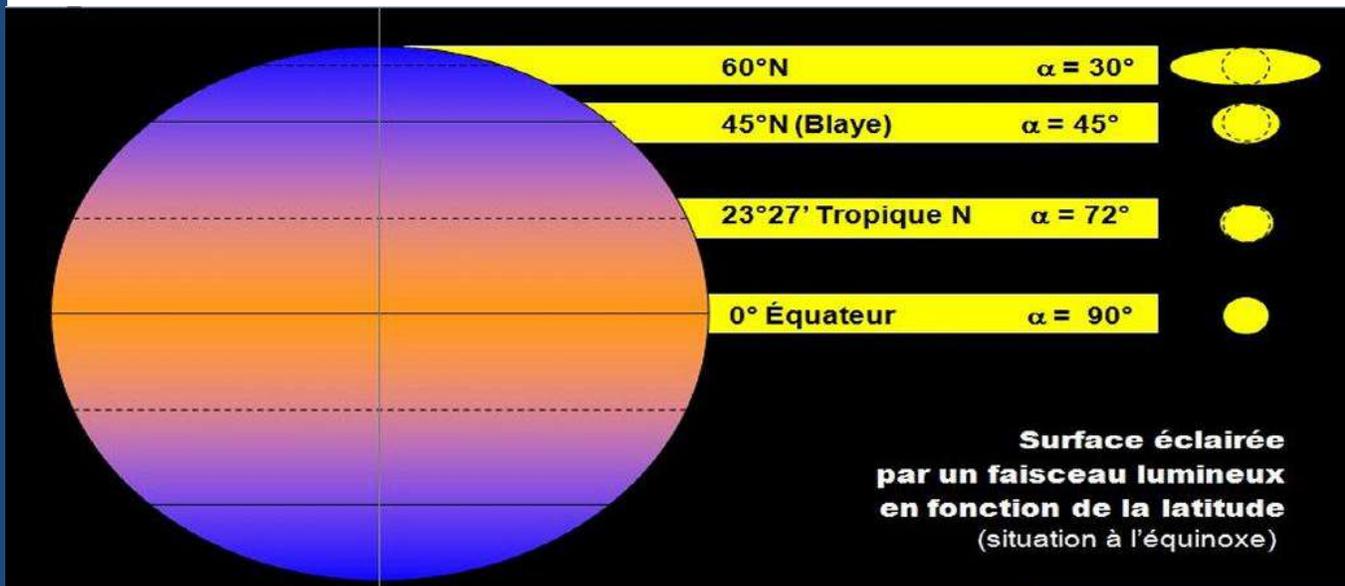


Énergie reçue du Soleil à la surface de sol aux différentes latitudes

I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

1.3.2 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU RAYONNEMENT SOLAIRE AU COURS DE L'ANNÉE

Les **variations latitudinales** des entrées d'énergie solaire dans le système atmosphérique sont principalement dues à la **valeur de l'angle d'incidence** du rayonnement solaire à la surface de la Terre.

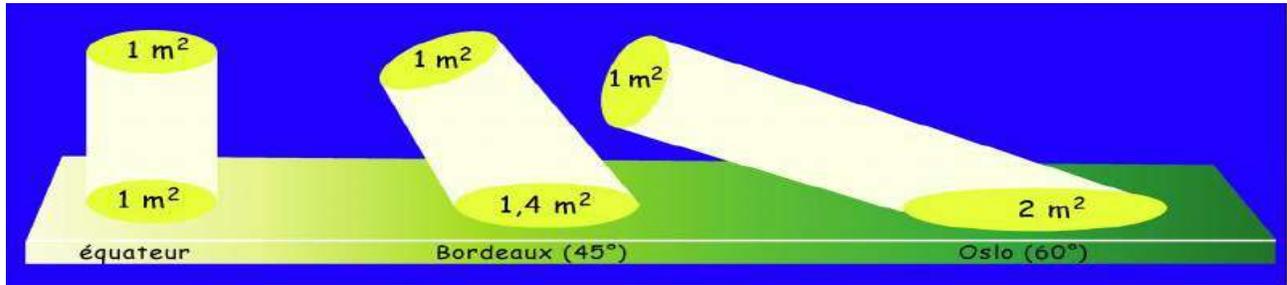


A l'équateur l'énergie est répartie sur une plus petite surface.

Au **Pôle** l'énergie est répartie sur une plus grande surface.

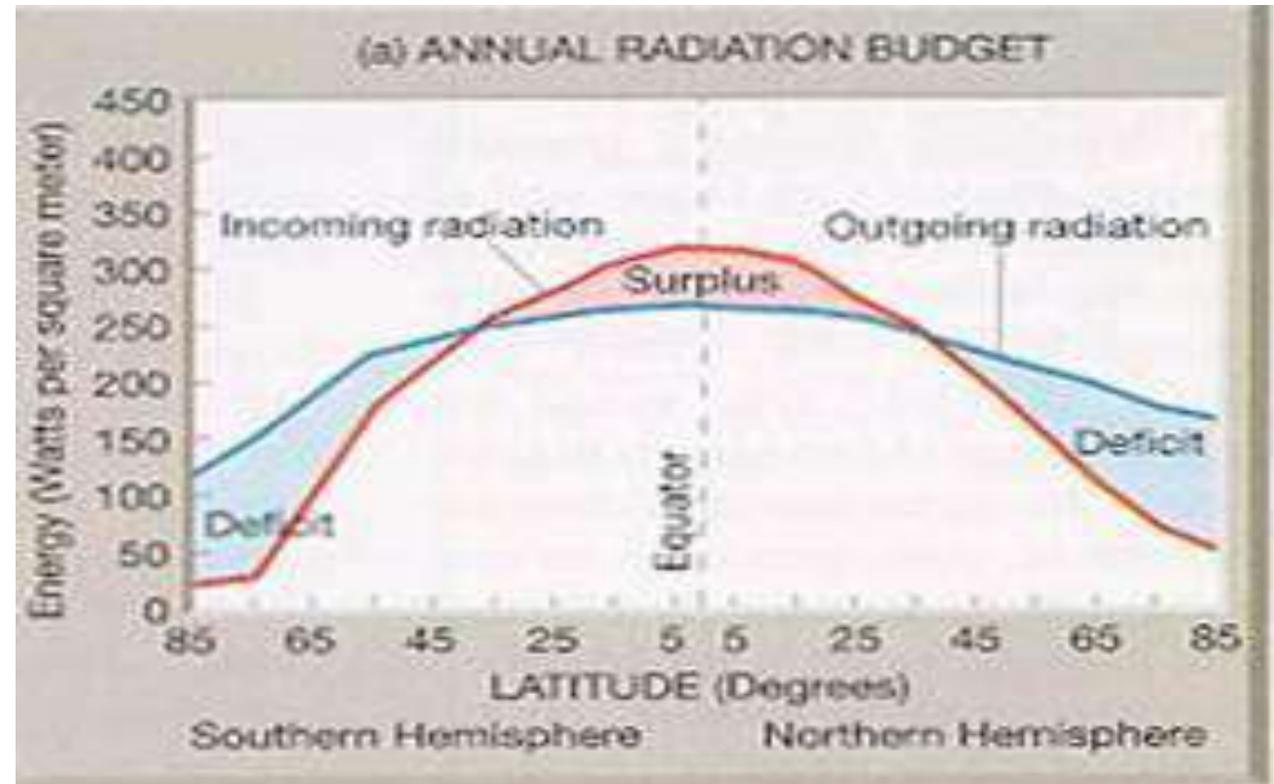
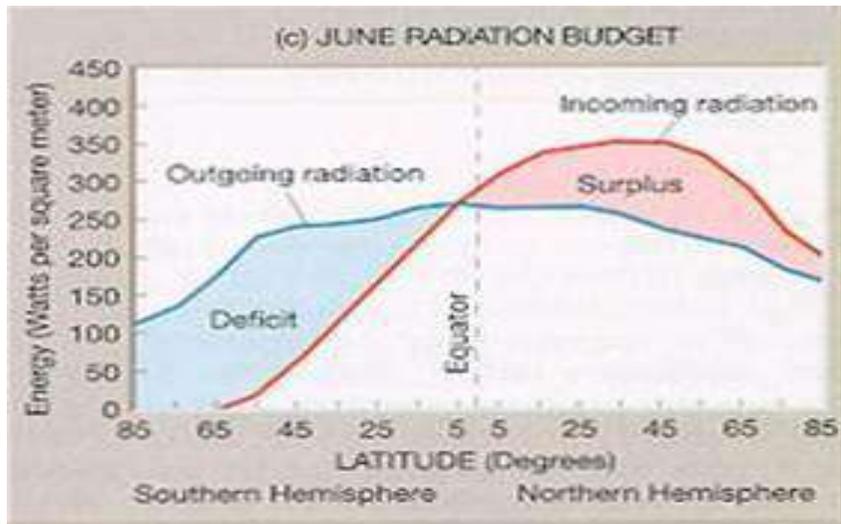
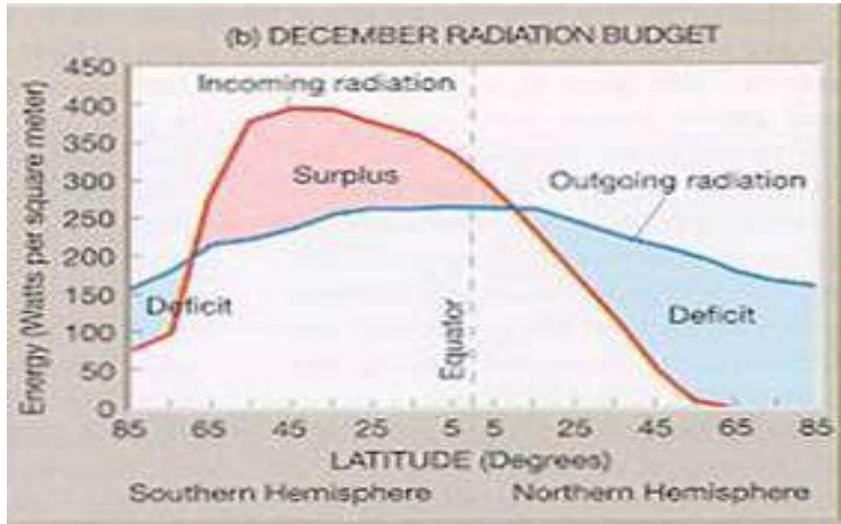
1.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

1.3.2 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU RAYONNEMENT SOLAIRE AU COURS DE L'ANNÉE

Localisation	Équateur	Bordeaux	Oslo	Pôle Nord
Latitude	0°	45°N	60°N	90°N
Angle d'incidence*	90°N	45°	30°	1°
Surface recevant l'énergie	1 m ²	1,4 m ²	2 m ²	57 m ²
Le faisceau de lumière				

1.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

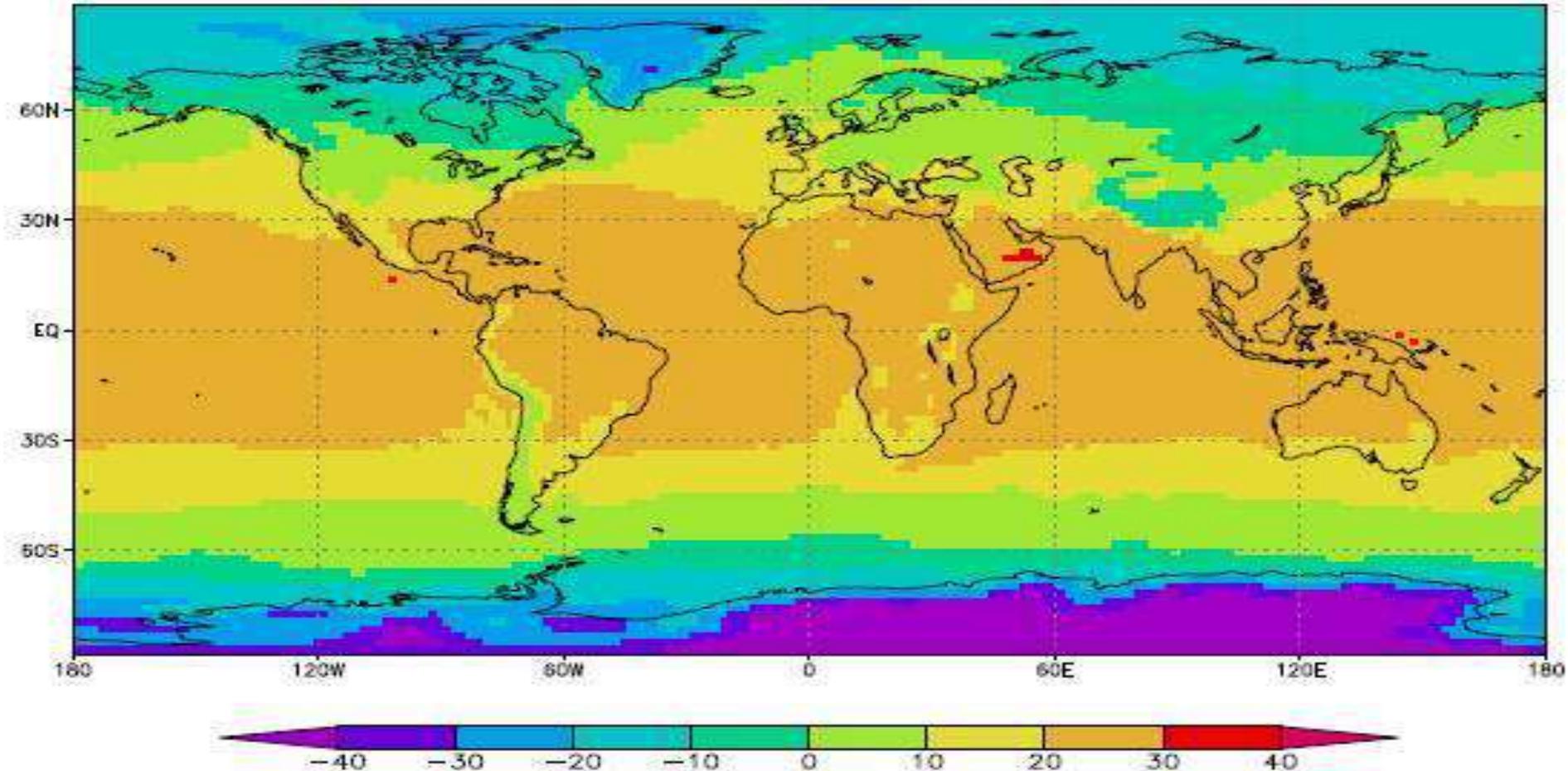
1.3.2 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU RAYONNEMENT SOLAIRE AU COURS DE L'ANNÉE



I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

1.3.2 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU RAYONNEMENT SOLAIRE AU COURS DE L'ANNÉE

T moyenne surface (an) NCEP 1949–2006



I.3. Répartition du rayonnement solaire à la surface de la Terre :

- ❖ Ainsi, les **différences** qui existent, en chaque point de la surface terrestre, **entre l'énergie rayonnante reçue** du Soleil et celle qui est **renvoyée dans l'espace** sont le **moteur principal des mouvements des masses d'air atmosphériques**, c'est-à-dire des **vents**, et des **masses d'eau océaniques**, c'est-à-dire des **courants**.
- ❖ Toute **modification de ces bilans énergétiques** sera donc susceptible d'entraîner des **variations climatiques**.

Merci pour votre attention

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

