

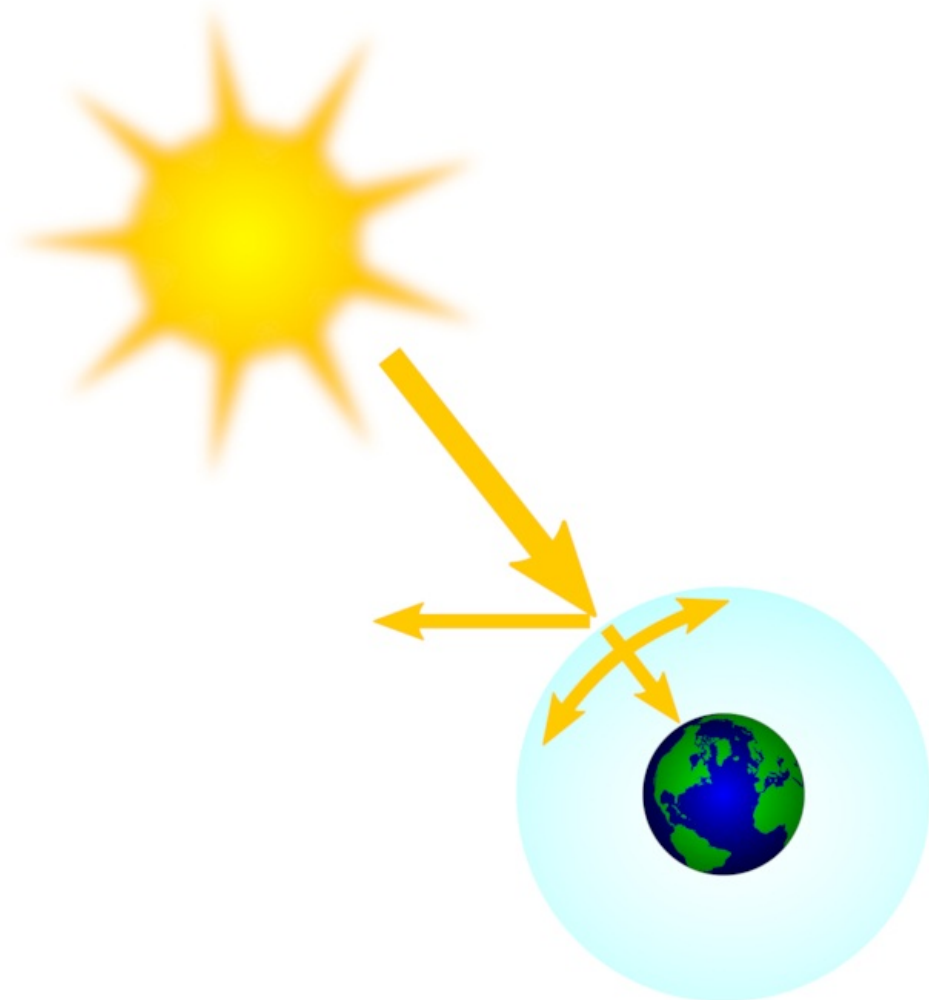
Fiche

Le Soleil émet de grandes quantités d'énergie dans l'espace : sa puissance est estimée à $3,845 \times 10^{26}$ W. La Terre n'en reçoit qu'une petite partie. La quantité reçue par une surface terrestre dépend de sa position sur Terre, de l'heure locale, et du jour de l'année, sans tenir compte des phénomènes météorologiques comme les nuages qui peuvent influencer cette valeur.

I. Quelle puissance solaire arrive sur Terre ?

- Comme la Terre est extrêmement petite devant le Soleil et que la distance entre la Terre et le Soleil est d'environ 150 millions de kilomètres, la Terre n'intercepte qu'une très petite partie des radiations. Les rayons du Soleil vont paraître sur Terre comme un **faisceau parallèle**.
- Ce rayonnement diminue avec la distance. On appelle **constante solaire** la quantité d'énergie solaire que recevrait 1 m^2 de surface terrestre en 1 seconde si l'atmosphère terrestre était absente. Cette constante varie, mais sa valeur moyenne est de 1368 W/m^2 .

Les rayons solaires sur la Terre



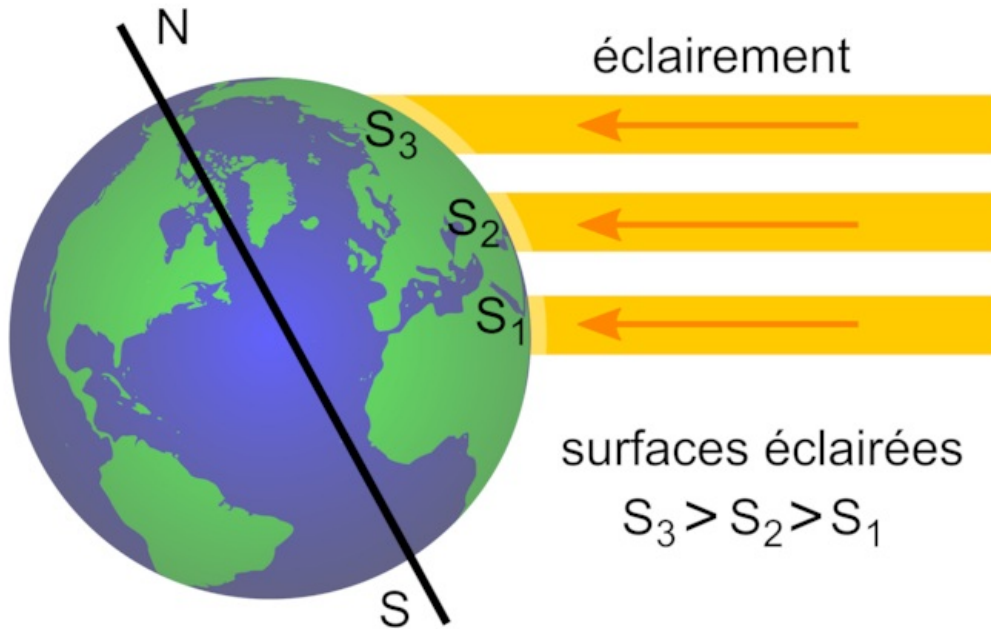
1. Puissance émise par le soleil
2. Rayonnement solaire à l'extérieur de l'atmosphère
3. Rayonnement réfléchi sur l'atmosphère
4. Rayonnement diffusé dans l'atmosphère
5. Rayonnement solaire arrivant à la surface de la Terre

- On estime que le rayonnement global, atteignant la surface de la Terre par un ciel clair, est de 1000 W/m^2 . Mais cette valeur varie en fonction des latitudes, de la date et de l'heure.

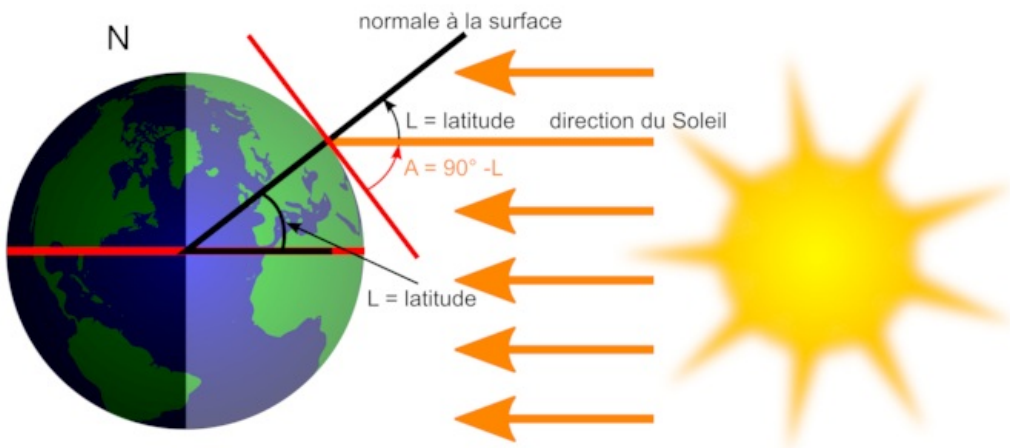
II. Comment varie la puissance solaire reçue en fonction de la latitude et de la saison ?

- La **hauteur du Soleil** est l'angle formé par le rayon solaire et le plan horizontal. Le rayonnement reçu sur le sol varie en fonction des saisons à cause de l'axe de rotation de la Terre. La puissance solaire reçue par unité de surface varie en fonction de la latitude. Plus l'inclinaison des rayons solaires est grande, plus la surface balayée par la même quantité d'énergie est grande.

La répartition des rayons solaires



- Or la même quantité d'énergie se répartit sur une surface plus grande : elle est donc plus faible si on la ramène à 1 m^2 . Ainsi le rayonnement est maximum à l'équateur.
- À midi (heure solaire), aux **équinoxes de printemps et d'automne**, le rayonnement est **perpendiculaire à l'équateur** et la durée des jours est égale à la durée des nuits partout sur Terre. La hauteur du Soleil à midi est égale à : $H = 90 - L$, où L est la latitude.
- Pour rappel, en hiver en France il faut retirer une heure à l'heure légale pour obtenir l'heure solaire et en été, il faut retirer deux heures.



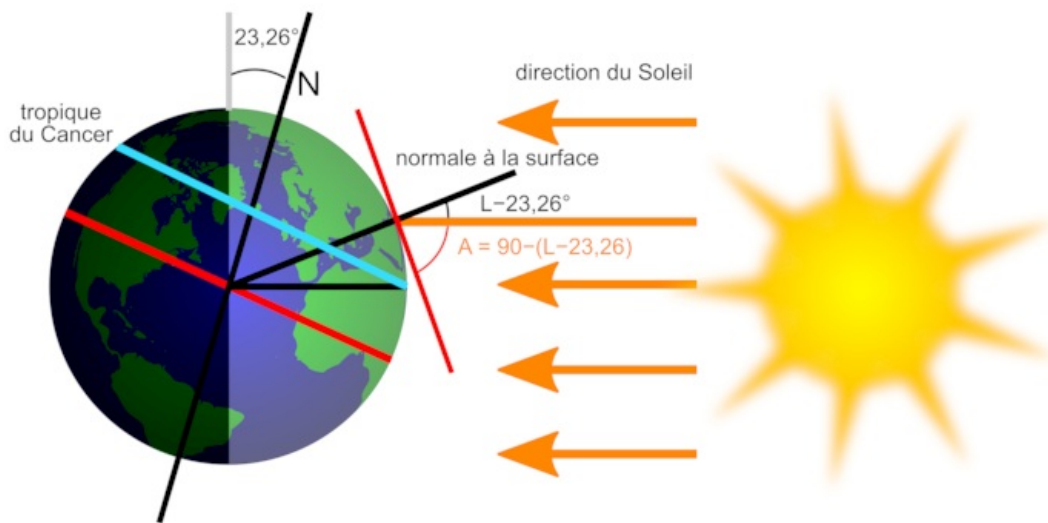
Par exemple, à Bordeaux le Soleil aura une hauteur de $H = 90 - 45 = 45^\circ$. On peut également calculer la hauteur du Soleil à Oslo : $H = 90 - 60 = 30^\circ$. Au pôle Nord géographique $H = 0^\circ$, le Soleil n'apparaîtra quasiment pas.

Lors du **solstice d'été le 21 juin**, l'hémisphère nord reçoit plus de rayonnement solaire que l'hémisphère sud et lors du solstice

d'hiver, le phénomène s'inverse : c'est l'hémisphère sud qui reçoit plus de rayonnement solaire. Au **solstice d'été**, à midi (heure solaire) les rayons solaires sont perpendiculaires au **tropique du Cancer**. La hauteur du Soleil à midi dans l'hémisphère nord s'obtient :

$$H = 90 - L + 23,26$$

où L est la latitude.

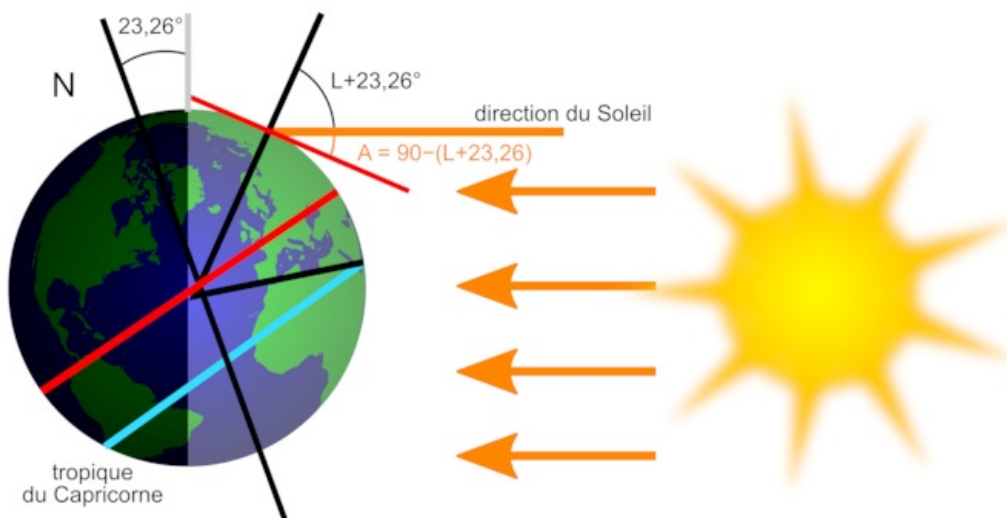


• Par exemple à Bordeaux, à midi (heure solaire), lors du solstice d'été, le Soleil aura une hauteur de $H = 90 - 45 + 23,36 = 68,26^\circ$. On peut également calculer la hauteur du Soleil à Oslo : $H = 90 - 60 + 23,26 = 53,26^\circ$.

• Au **solstice d'hiver** (le 21 ou 22 décembre), à midi (heure solaire) les rayons solaires sont perpendiculaires au **tropique du Capricorne**. La hauteur du Soleil à midi dans l'hémisphère nord s'obtient :

$$H = 90 - L - 23,26$$

où L est la latitude.



• Par exemple à Bordeaux, à midi (heure solaire), lors du solstice d'hiver, le Soleil aura une hauteur de $H = 90 - 45 - 23,36 = 21,74^\circ$. On peut également calculer la hauteur du Soleil à Oslo : $H = 90 - 60 - 23,26 = 6,74^\circ$

• La puissance radiative reçue du Soleil dépend de l'angle entre la normale à la surface et la direction du Soleil. Ainsi on aura un maximum de puissance solaire reçue au niveau de l'équateur. En Europe, les régions au sud de la latitude 45° recevront donc davantage de puissance que les régions au nord de cette ligne.

III. Comment varie la puissance solaire reçue ?

- Le rayonnement solaire est maximal à midi (heure solaire). La puissance solaire reçue par unité de surface dépend aussi :
 - de l'heure : à midi la hauteur du Soleil est maximale, la puissance solaire sera donc maximale également ;
 - du moment de l'année : la hauteur du Soleil sera maximale au solstice d'été et minimale au solstice d'hiver pour l'hémisphère nord.

IV. Que peut-on dire alors des températures ?

Voici les températures moyennes mensuelles en °C pour quelques villes de France :

Villes	Latitude	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Ajaccio	41,9	7,7	8,7	10,5	12,6	15,9	19,8	22	22,2	20,3	16,3	11,8	8,7
Marseille	43,3	6,5	7,6	10	13,3	16,7	20,5	22,4	22,4	19,1	14,9	10,5	7,7
Biarritz	43,5	7,6	8	10,8	12	14,7	17,8	19,7	19,9	18,5	14,8	10,9	8,2
Montélimar	44,5	5	7	8,8	12,8	16	19	21,1	21,9	18,5	14,2	10,1	6,8
Bordeaux	44,8	5,6	6,6	10,3	12,8	15,8	19,3	20,9	21	18,6	13,8	9,1	6,2
Lyon	45,8	2,4	3,2	6,9	9,8	13,1	16,8	19	18,2	15,5	10,4	6	3
Nantes	47,2	4,7	4,8	7,8	10,3	13,5	17	18,5	18,3	15,9	11,6	7,5	4,7
Mulhouse	47,6	0,8	1,7	5,8	10,1	14,1	17,8	19,1	18,5	15,5	9,8	4,9	1,8
Brest	48,4	6,1	5,8	7,8	9,2	11,6	14,4	15,6	16	14,7	12	9	7
Strasbourg	48,6	0,4	1,5	5,6	9,8	14	17,2	19	18,3	15,1	9,5	4,9	1,3
Paris	48,8	3,2	4	6,4	9,6	13,5	16,4	18,4	18,1	15,3	10,7	6	3,9
Lille	50,6	2,4	2,9	6	8,9	12,4	15,3	17,1	17,1	14,7	10,4	6,1	3,5

• Les températures moyennes mensuelles sont proches pour une même latitude, comme le montre l'exemple de Nantes et Mulhouse.

• Calculons la température moyenne de Paris :

$$T = \frac{3,2+4+6,4+9,6+13,5+16,4+18,4+18,1+15,3+10,7+6+3,9}{12} = 10,5^{\circ}\text{C}$$

• Calculons la température moyenne d'Ajaccio :

$$T = \frac{7,7+8,7+10,7+12,6+15,9+19,8+22+22,2+20,3+16,3+11,8+8,7}{12} = 14,7^{\circ}\text{C}$$

• La température moyenne annuelle ne permet pas de connaître les variations de température saisonnières, mais on remarque qu'il fait globalement plus chaud à Ajaccio qui est à la latitude de 41,9° qu'à Paris qui est à la latitude de 48,8°.

• Moscou (latitude 55°) passe une partie de son année avec une température mensuelle moyenne en dessous de 0 °C contrairement à Athènes (latitude 37° N). Les températures sont très différentes en fonction de la latitude de la ville. Plus on se rapproche de l'équateur et moins les saisons sont marquées : la température moyenne devient constante au cours de l'année. La puissance solaire reçue est constante. Il fait globalement plus chaud lorsqu'on se rapproche de l'équateur.

À retenir

Une partie de l'énergie solaire est perdue dans l'espace. À l'entrée dans l'atmosphère, la constante solaire vaut 1 368 W/m². Les rayons solaires arrivant sur Terre paraissent parallèles. Plus l'inclinaison des rayons solaires est grande, moins l'énergie reçue est grande. Aux équinoxes de printemps et d'été, les rayons solaires sont perpendiculaires à l'équateur, la puissance radiative solaire est maximale à l'équateur. Plus on s'éloigne de l'équateur, plus la hauteur du Soleil sera petite et plus la puissance radiative solaire sera minimale. Au solstice d'été, les rayons solaires sont perpendiculaires au tropique du Cancer. Au solstice d'hiver, les rayons solaires sont perpendiculaires au tropique du Capricorne.

L'énergie solaire dépend de l'angle entre la normale à la surface et la direction du Soleil, elle dépend donc de la latitude et de la saison. Le rayonnement solaire est maximal à midi (heure solaire).

Les températures mensuelles moyennes des villes de même latitude sont proches. Les températures mensuelles moyennes des villes varient beaucoup en fonction de la latitude. Elles sont plus élevées dans les lieux proches de l'équateur.