

Thème 2 : Le Soleil, notre source d'énergie

Classe : Première ES
Durée envisagée : 9 semaines
Nombre d'activités : 6

En rouge : Bilans à faire noter aux élèves
En bleu : Activités pratiques
En vert : Problématique et hypothèses



Chapitre 3 L'énergie solaire et la Terre

Intro :

La planète Terre est une planète rocheuse (tellurique) qui est située à proximité du Soleil (3^{ème} planète en partant du Soleil). Ainsi, elle n'est ni trop proche ni trop éloignée du Soleil pour obtenir une température optimale pour le développement de la vie. La chaleur présente sur Terre dépend donc de l'énergie apportée par le Soleil mais celle-ci peut être modulée par certains phénomènes terrestres (ex : effet de serre).

Problématique : Comment l'énergie solaire est-elle reçue puis modulée sur Terre ?

I- Quantité d'énergie solaire reçue par une planète

Activité 1 - l'énergie solaire sur Terre

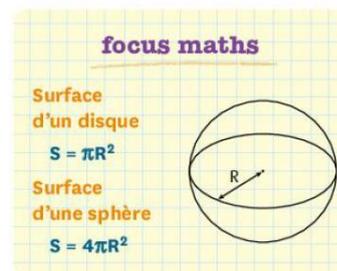
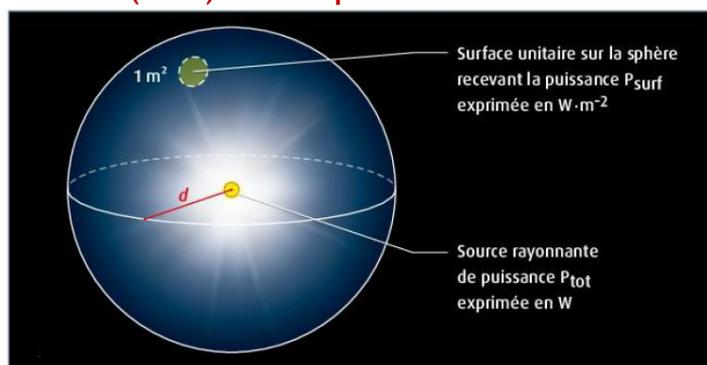
Exercice - Energie solaire (maths)

Exercice Climat (documents)

1- Energie, puissance et puissance surfacique

Le Soleil est une étoile de type naine jaune. Elle émet une énergie de type rayonnante (**énergie radiative**) caractérisée par de la lumière et de la chaleur. Cette énergie se répartit dans toutes les directions de l'Univers (*sphère fictive*) de façon homogène et relativement constante au cours du temps.

- L'**énergie** est une grandeur physique qui correspond à la capacité d'un objet (étoile, être vivant ...) à réaliser une transformation (ou un travail), elle est exprimée en Joules (J). L'énergie se présente sous différentes formes : radiative (lumière, chaleur), mécanique, cinétique, chimique (voir chapitre 3) ...
- La **puissance** correspond à la quantité d'énergie apportée par unité de temps. Elle est exprimée en Joules/secondes (J/s), ce qui correspond aux Watts (W).
- La **puissance surfacique** correspond à la puissance apportée sur une surface donnée (1 m²). On l'exprime en W/m².



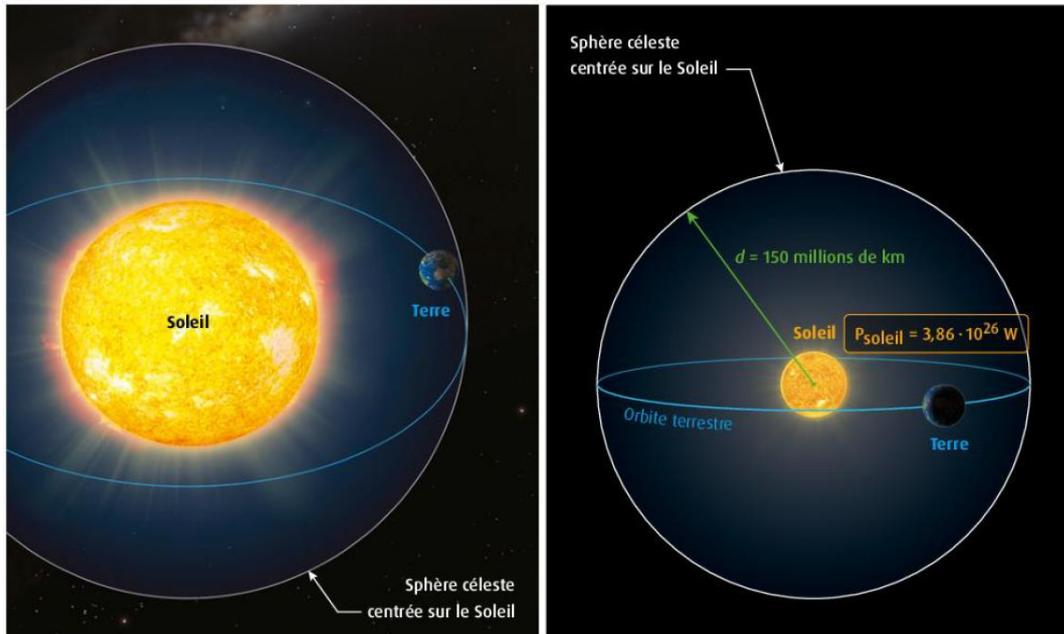
DOC 1 Répartition, sur une sphère, de la puissance émise par une source rayonnante.

La puissance P_{tot} est émise par la source dans toutes les directions de l'espace. À une distance d de la source, elle est donc équitablement répartie sur l'ensemble de la sphère fictive de rayon d . La puissance par unité de surface P_{surf} est la puissance reçue par une surface de 1 m² sur cette sphère.

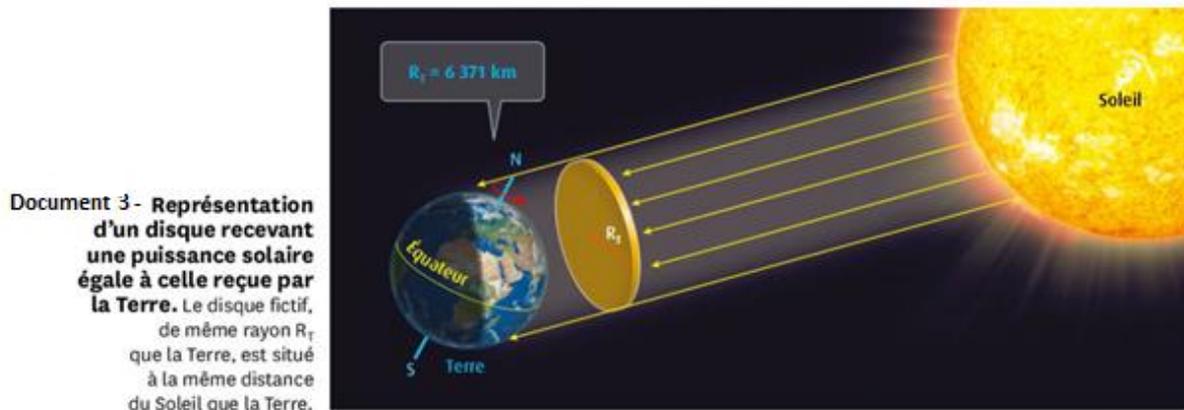
2- Paramètres astronomiques et variation de la puissance totale

La puissance solaire totale reçue par une planète dépend principalement de 2 facteurs astronomiques :

- La distance au Soleil (document 2) : plus la planète est proche, plus le rayonnement est puissant (et plus la chaleur est élevée). En effet, le Soleil est une source d'énergie.
- Le rayon (diamètre) de la planète (document 3) : plus elle est volumineuse, plus la planète reçoit d'énergie. En effet, plus le diamètre augmente, plus la surface exposée au Soleil est grande.



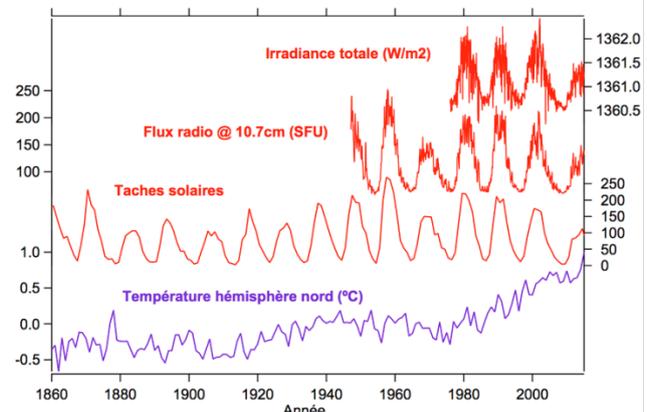
DOC 2 Deux représentations de l'orbite terrestre autour du Soleil.



Remarque : on considère que l'énergie produite par le Soleil est constante : les variations sont minimales (tempêtes solaires) et généralement de courtes durées.

On remarque ci-contre que la puissance radiative du Soleil varie entre 1360 et 1362 W/m^2 soit 0,14%.

Source : [Encyclopédie de l'environnement](#).



II- Variation de l'énergie solaire reçue à la surface de la planète

Le rayonnement qui arrive à la surface de la Terre peut varier, indépendamment du Soleil. En effet, les planètes sont sphériques et elles sont mobiles (rotation et révolution). La puissance surfacique va varier en fonction de l'angle d'incidence qui sera modulé par 3 paramètres :

- La latitude : ce sont les lignes imaginaires parallèles à l'Equateur (latitude 0°). Les rayons solaires qui atteignent l'Equateur sont perpendiculaires : ils sont concentrés sur une petite surface (puissance surfacique forte) : le climat est chaud. L'angle d'incidence est alors de 0° (cf. schéma ci-dessous). A l'inverse, les rayons solaires sont tangents au niveau des Pôles, si bien que la puissance est dispersée sur une grande surface (puissance surfacique faible). Le climat est donc froid.
Remarque : les climats sont donc déterminés par la forme sphérique de la Terre (et pas par la proximité avec le Soleil).
- La rotation de la Terre : Elle conditionne l'alternance jour/nuit (variations diurnes). L'angle d'incidence est de 0° à midi, c'est sa valeur minimale si bien que la puissance surfacique est maximale. Au contraire, le matin et le soir, l'angle est plus fort ($> 60^\circ$) et la puissance surfacique est plus faible.
Remarque : Le Soleil est alors au zénith.
- La révolution et l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre : qui conditionnent les saisons. La Terre tourne sur un axe incliné de l'ordre de 23° . Ainsi, une même région (ex France) va évoluer entre une position « haute » et une position « basse ». Quand la position basse est exposée au Soleil, la région est en été (sa position haute sera atteinte la nuit). A l'inverse, quand la position haute est exposée au Soleil, c'est l'hiver (la position basse est atteinte la nuit). Ainsi, la puissance surfacique varie au cours de l'année en fonction des saisons.
Remarque : les saisons sont inversées entre les 2 hémisphères.
Remarque 2 : La distance entre le Soleil et la Terre varie peu (entre 146 et 151 millions de km) et l'été de l'hémisphère nord correspond au moment où nous sommes le plus éloignés du Soleil. Les saisons ne dépendent donc pas de la distance au Soleil.

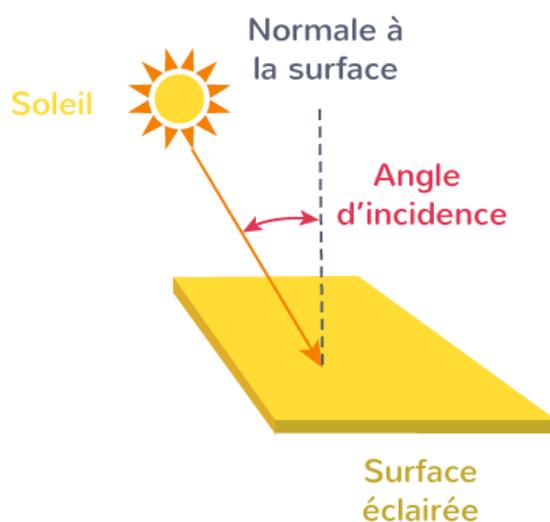


Schéma définissant l'angle d'incidence

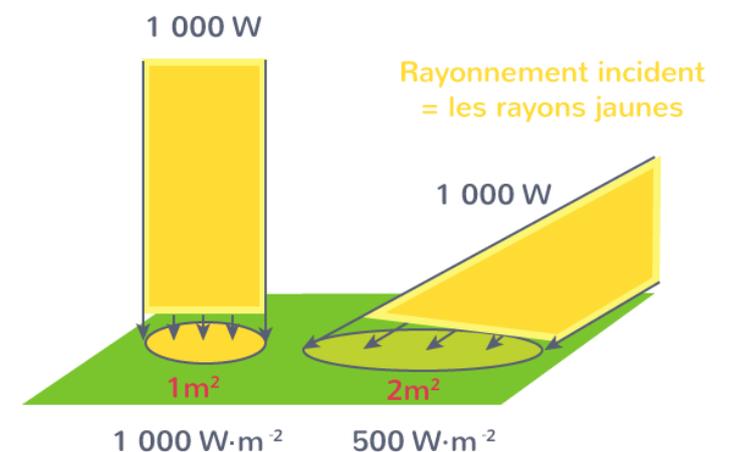


Schéma montrant la relation entre puissance, surface et puissance surfacique.

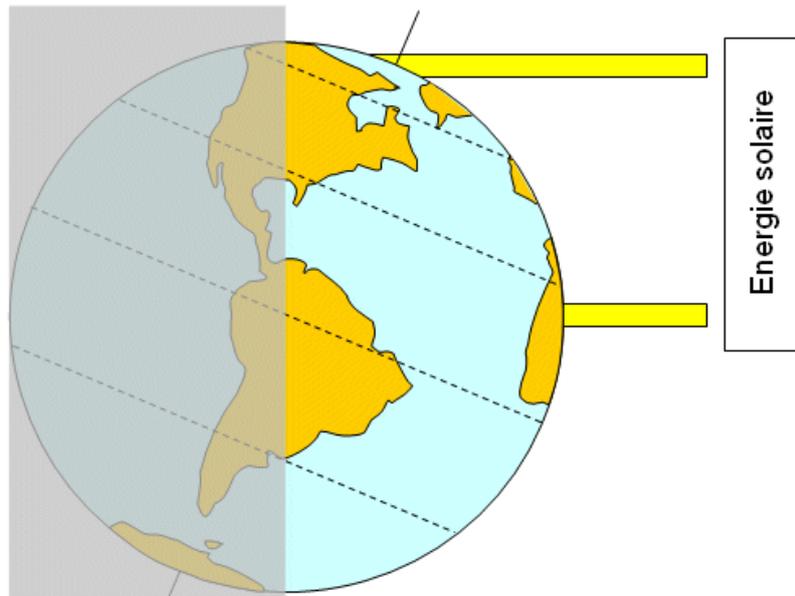
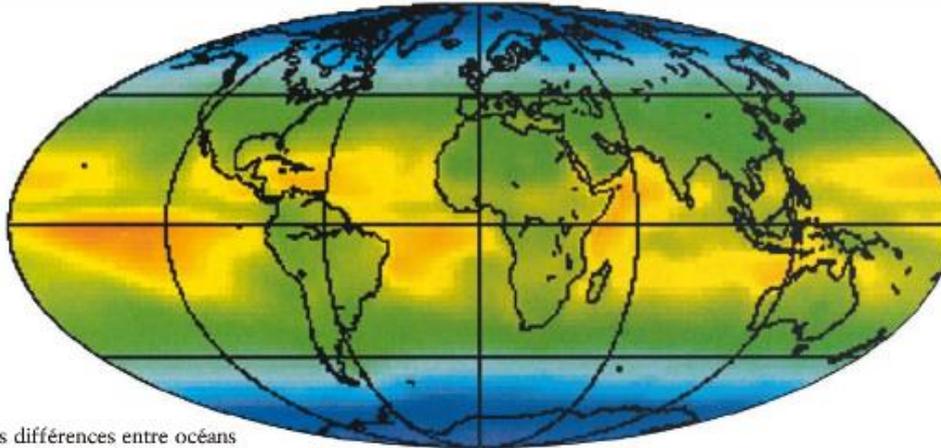


Schéma montrant l'énergie reçue à l'Equateur et au Pôle



Les différences entre océans et continents sont dues à la réflexion de la lumière, plus importante sur les continents que sur les océans.

Carte du globe montrant la répartition de l'énergie en fonction de la latitude

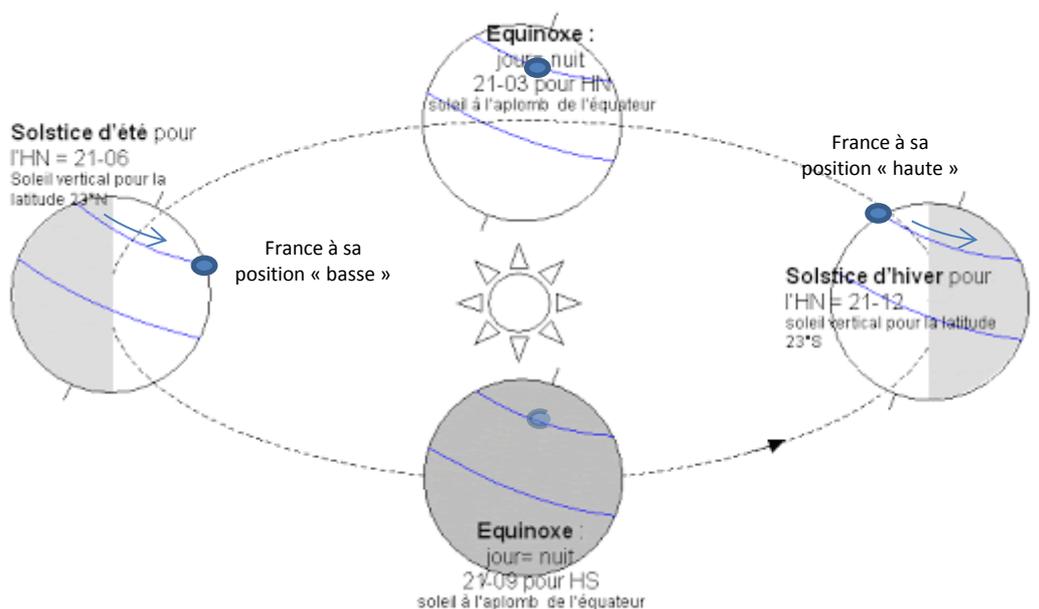


Schéma montrant la position relative de la France selon les saisons

III- La réflexion de l'énergie solaire par la Terre : l'albédo

Activité 2a - le rayonnement solaire et l'albédo

- Analyser et interpréter des documents
- Mesurer une surface avec Mesurim2
- Déterminer la puissance reçue par une surface
- Comprendre l'effet de l'albédo

Le rayonnement solaire qui arrive sur Terre ne sera pas reçu de la même façon par toutes les surfaces. En effet, plus une surface est claire, plus elle renvoie efficacement l'énergie : on appelle ce phénomène « albédo ».

L'albédo est un paramètre qui se définit comme le pourcentage d'énergie renvoyée par rapport à l'énergie reçue. L'albédo moyen sur Terre est de l'ordre de 30%. Il est très fort pour les surfaces blanches (glace : 95%) et très faible pour les surfaces sombres (forêt, océan : 5%).

Ainsi, la chaleur apportée par le Soleil est modulée par la surface terrestre. Dans le cas des Pôles qui sont déjà froids à cause des climats, l'albédo accentue le refroidissement.

Type de surface	Albédo (0 à 1)
Surface de lac	0,02 à 0,04
Forêt de conifères	0,05 à 0,15
Surface de la mer	0,05 à 0,15
Sol sombre	0,05 à 0,15
Cultures	0,15 à 0,25
Sable léger et sec	0,25 à 0,45
Glace	0,30 à 0,40
Neige tassée	0,40 à 0,70
Neige fraîche	0,75 à 0,90
Miroir	1

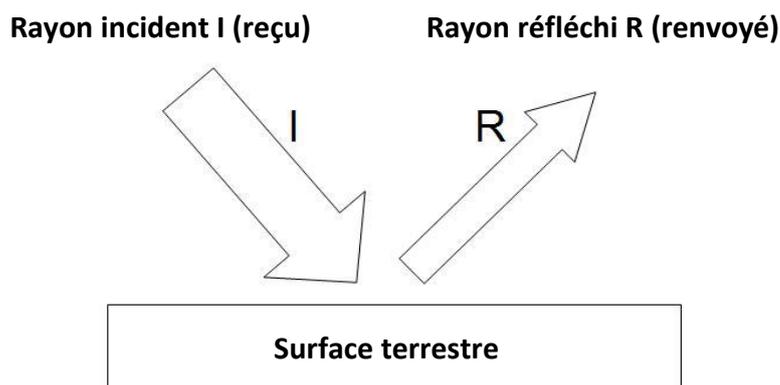


Schéma explicatif de l'albédo et tableau de valeur selon les surfaces.

IV- L'amplification de la chaleur par l'atmosphère et l'effet de serre

Activité 2b - Atmosphère et effet de serre Exercice - Effet de serre

La température d'une planète ne dépend pas que de l'énergie solaire. Elle est également dépendante de la présence d'une atmosphère et de l'effet de serre.

L'effet de serre est un phénomène naturel qui contribue à piéger le rayonnement infra-rouge (IR) au sein de l'atmosphère, ce qui contribue à stabiliser la température d'une planète à une température plus élevée. En effet, les rayons IR vont alors faire des sortes d'aller-retour entre le sol et l'atmosphère. A chaque fois, les IR vont réchauffer le sol.

L'effet de serre est permis par certains gaz de l'atmosphère tels que :

- Le CO_2 : dioxyde de carbone
- Le CH_4 : méthane
- L' H_2O : vapeur d'eau
- Et d'autres moins concentrés dans l'atmosphère terrestre.

L'effet de serre est à l'équilibre : toute l'énergie qui est apportée à la planète est finalement restituée à l'espace. Ainsi, la Terre présente une température d'équilibre de 18°C (contre -18°C estimée sans effet de serre).

Néanmoins, actuellement, les activités humaines produisent du CO_2 et du CH_4 qui augmentent donc leur concentration dans l'atmosphère. Ceci tend à accentuer l'effet de serre et à augmenter la température moyenne du globe. Les humains déplacent donc l'équilibre dynamique qui était présent.

