

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Questionnement scientifique : Le Soleil transmet à la Terre de l'énergie par rayonnement. Cependant, selon l'endroit où l'on se place à la surface terrestre, selon le moment dans l'année et selon l'heure de la journée, l'énergie solaire reçue varie. L'objectif est de comprendre comment la **sphéricité** de la Terre, sa **rotation** sur un axe incliné et sa **révolution** autour du Soleil contrôlent 1) la quantité d'énergie solaire reçue en fonction de la latitude (la répartition des différents climats), 2) l'alternance des saisons et 3) les variations journalières d'énergie solaire reçue.

1) Comment expliquer la diversité des climats observés sur Terre ? 2) Comment expliquer l'alternance des saisons ? 3) Comment expliquer la variation de la puissance solaire reçue en fonction de l'heure de la journée ?

- Le premier atelier permet d'apporter une réponse à la question 1) Comment expliquer la diversité des climats observés sur Terre ?
- Le deuxième atelier permet d'apporter une réponse à la question 2) Comment expliquer l'alternance des saisons ?
- Le troisième atelier permet d'apporter une réponse à la question 3) Comment expliquer la variation de la puissance solaire reçue en fonction de l'heure de la journée ?

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

ATELIER 1 : LES CLIMATS DE LA TERRE

Utiliser le dossier de documents ci-après et les matériels à disposition pour **expliquer** la diversité des climats terrestres. **S'exercer** par rapport aux compétences en répondant aux consignes suivantes :

Compétence – S'informer : extraire et organiser des données

- Une description des documents est proposée...
- ...avec prise en compte des paramètres mesurés ;
- Des valeurs pertinentes sont extraites ;
- Des climats de la Terre sont présentés ;
- Les notions de climatologie et de météorologie sont définies ;
- Une justification est formulée pour expliquer en quoi l'étude des zones climatiques relève de la climatologie et non de la météorologie.

Compétence – Modéliser un phénomène physique par analogie

- Une modélisation analogique faisant varier l'angle entre la tangente de la surface terrestre et la trajectoire du rayonnement solaire est réalisée ;
- Des données d'énergie lumineuse reçue selon l'angle indiqué et la latitude sont obtenues ;
- La variation de l'énergie lumineuse reçue selon l'angle indiqué et la latitude est expliquée ;

Pour plusieurs points à la surface de la Terre, les configurations sont identifiées pour lesquelles la puissance reçue par unité de surface est :

- minimale ;
- intermédiaire ;
- maximale.

Compétence – Communiquer à l'oral

Le discours est :

- clair ;
- fluide ;
- improvisé, la lecture de notes demeure partielle ;
- exact et pertinent ;

Le support de présentation possède :

- moins de dix vignettes ;
- aucune illustration non titrée.

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Le climat traduit les conditions météorologiques d'une zone de notre planète pendant une durée de 30 ans. Sur Terre, les régions qui présentent des conditions climatiques identiques forment des zones climatiques.

Elles ont globalement la forme de bandes circulaires autour de la Terre. L'existence de ces climats peut s'expliquer en partie par l'influence directe du Soleil et la forme quasi sphérique de notre planète.

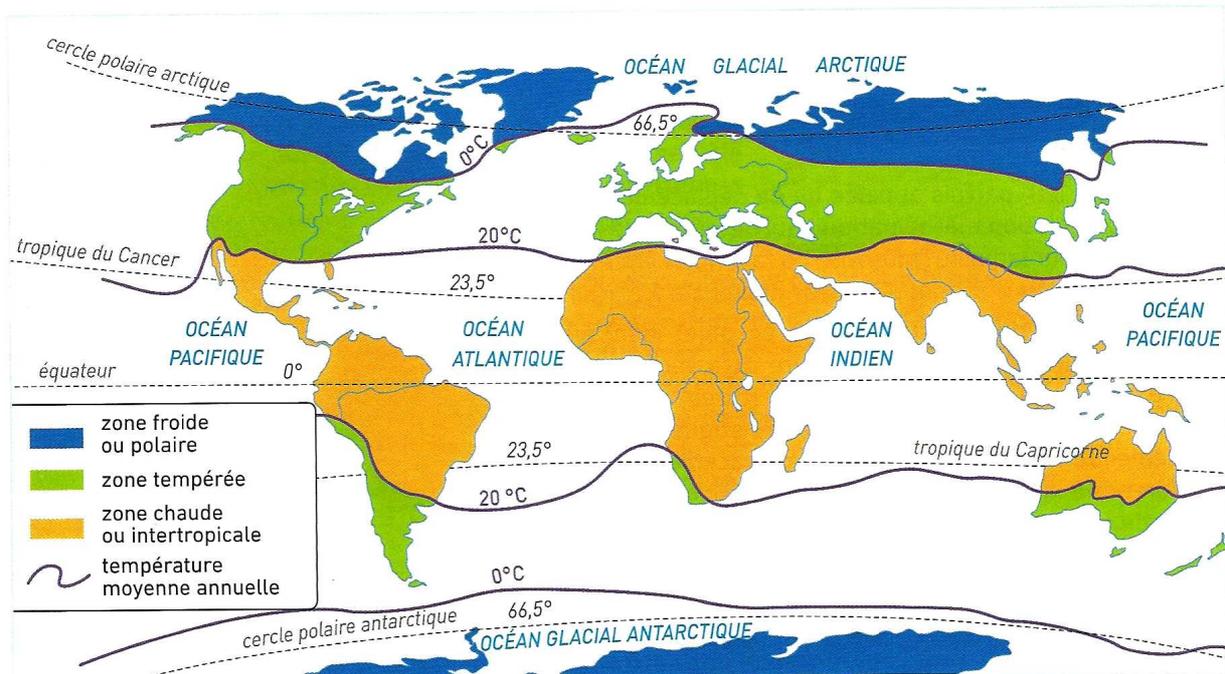


Fig. 1. Climats et zones climatiques (manuel d'enseignement scientifique de première, éditions Bordas, 2019. p. 78).

L'étude du climat relève de la climatologie, qu'il ne faut pas confondre avec la météorologie même si ces deux domaines scientifiques étudient les propriétés de l'atmosphère et ses effets à la surface de la Terre. Ces deux disciplines utilisent des données radar et satellite, ainsi que des modèles informatiques, pour étudier les conditions atmosphériques. Une différence essentielle entre la météorologie et la climatologie porte sur les échelles de temps considérées. Ainsi, la météorologie réalise des prévisions destinées à anticiper les conditions météorologiques à court terme, souvent sur une période de quelques jours. La climatologie, quant à elle, développe et analyse des modèles conçus pour prévoir les changements climatiques au cours des années et des décennies à venir. Pour cela, elle est amenée à étudier les climats du passé.



■ L'étude des climats anciens peut être faite à partir d'échantillons de glace.

Fig. 2. Climatologie versus météorologie (manuel d'enseignement scientifique de première, éditions Bordas, 2019. p. 78).

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

L'inégalité de la répartition de l'énergie solaire sur Terre peut être illustrée grâce à une modélisation.

- Expliquer ce que représente le dispositif d'éclairage dans ce modèle.
- Réaliser l'expérience photographiée ci-contre.
- Comparer les aires des surfaces éclairées sur le globe.
- Décrire l'évolution des aires éclairées en fonction de la latitude.

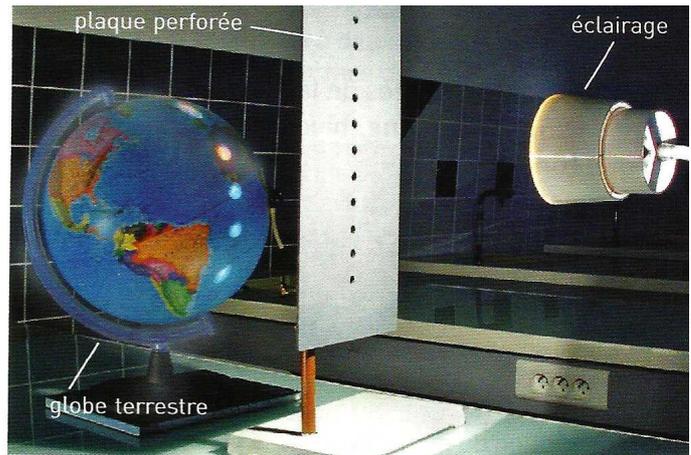


Fig. 3. Influence directe du Soleil (*manuel d'enseignement scientifique de première, éditions Bordas, 2019. p. 79*).

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

ATELIER 2 : LE SOLEIL ET LES SAISONS

Utiliser le dossier de documents ci-après et les matériels à disposition pour **expliquer** l'alternance des saisons. **S'exercer** par rapport aux compétences en répondant aux consignes suivantes :

Compétence – S'informer : extraire et organiser des données

- Une description des documents est proposée...
- ...avec prise en compte des paramètres mesurés ;
- Des valeurs pertinentes sont extraites ;
- Une corrélation est mise en évidence ;
- La notion de corrélation est définie ;
- Une hypothèse est formulée sur la corrélation, entre les paramètres mesurés.

Compétence – Modéliser un phénomène physique par analogie

- Une modélisation analogique faisant varier l'angle entre la tangente de la surface terrestre et la trajectoire du rayonnement solaire est réalisée ;
- Des données d'énergie lumineuse reçue selon l'angle indiqué et des positions de la Terre de différents moments de l'année sont obtenues ;
- La variation de l'énergie lumineuse reçue selon l'angle indiqué aux différents moments de l'année est expliquée ;

Pour un point à la surface de la Terre, les configurations sont identifiées pour lesquelles la puissance reçue par unité de surface est :

- minimale ;
- intermédiaire ;
- maximale.

Compétence – Communiquer à l'oral

Le discours est :

- clair ;
- fluide ;
- improvisé, la lecture de notes demeure partielle ;
- exact et pertinent ;

Le support de présentation possède :

- moins de dix vignettes ;
- aucune illustration non titrée.

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

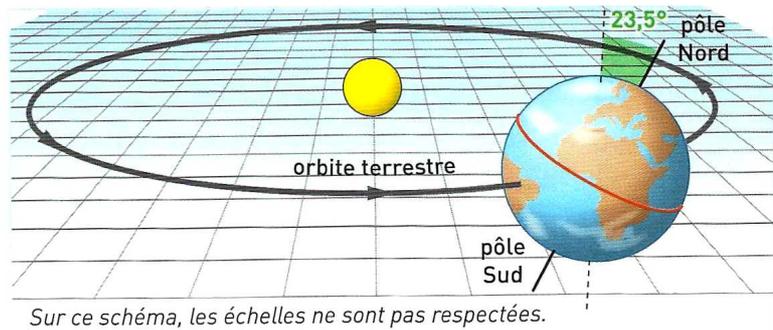
La description du mouvement de la planète Terre nécessite d'imaginer :

- une droite qui passe à la fois par le centre de la Terre, le pôle Nord et le pôle Sud. Cette droite est appelée axe de la Terre ;
- un plan qui contient le centre du Soleil et celui de la Terre. Ce plan est appelé écliptique.

Pour notre planète, l'axe est incliné d'un angle de $23,5^\circ$ par rapport à l'écliptique.

Le mouvement de la Terre est double :

- elle tourne sur elle-même autour de son axe dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Ce mouvement est appelé la rotation. Il se fait en approximativement 24 heures, soit un jour. À l'équateur, la vitesse de rotation de la Terre vaut environ $1\,700\text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$;
- elle tourne autour du Soleil dans le plan de l'écliptique. Ce mouvement s'appelle la révolution. Une révolution complète dure 365,25 jours, soit un an.



La trajectoire suivie par la Terre pendant sa révolution n'est pas un cercle parfait mais une ellipse. Cela entraîne une variation de la distance Terre-Soleil au cours de l'année. Ainsi, nous sommes plus proches du Soleil (146 millions de kilomètres) au début du mois de janvier (périhélie) et un peu plus loin du Soleil (151 millions de kilomètres) au début du mois de juillet (aphélie). La Terre se déplace autour du Soleil à une vitesse moyenne d'environ $27\text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Fig. 1. Mouvements célestes (*manuel d'enseignement scientifique de première, éditions Bordas, 2019. p. 80*).

La figure ci-contre représente la position de la Terre sur son orbite lors de quatre saisons en zone tempérée.

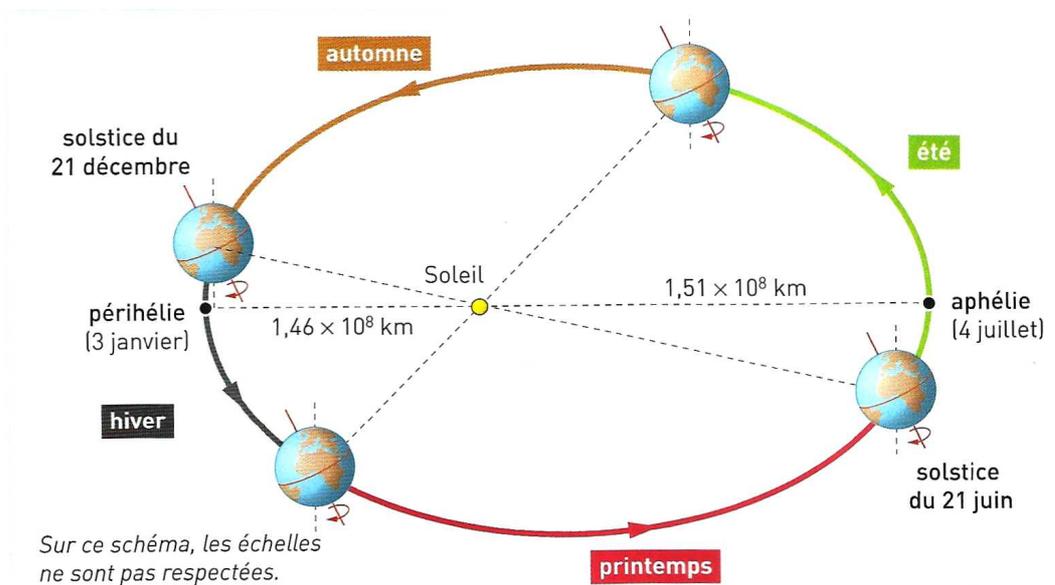
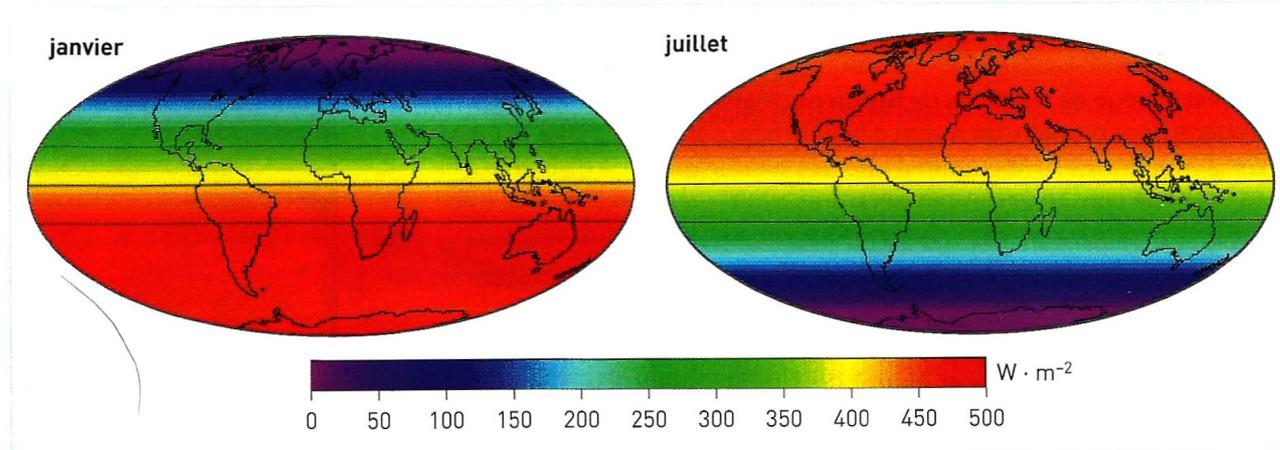


Fig. 2. Rotation et révolution (*manuel d'enseignement scientifique de première, éditions Bordas, 2019. p. 80*).

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Les figures ci-dessous représentent la puissance solaire reçue selon la latitude à deux moments de l'année. Les valeurs indiquées sont égales à la puissance reçue par une surface de 1 m².



■ Puissance solaire reçue sur Terre en janvier et en juillet.

Fig. 3. Puissance solaire reçue sur Terre (*manuel d'enseignement scientifique de première, éditions Bordas, 2019. p. 81*).

ATELIER 3 : LES VARIATIONS DIURNES D'ÉNERGIE SOLAIRE REÇUE

Utiliser le dossier de documents ci-après et les matériels à disposition pour **expliquer** les variations de température en fonction de l'heure de la journée. **S'exercer** par rapport aux compétences en répondant aux consignes suivantes :

Compétence – S'informer : extraire et organiser des données

- Une description des documents est proposée...
- ...avec prise en compte des paramètres mesurés ;
- Des valeurs pertinentes sont extraites ;
- Une corrélation est mise en évidence ;
- La notion de corrélation est définie ;
- Une hypothèse est formulée sur la corrélation, entre les paramètres mesurés.

Compétence – Modéliser un phénomène physique par analogie

- Une modélisation analogique faisant varier l'angle entre la tangente de la surface terrestre et la trajectoire du rayonnement solaire est réalisée ;
 - Des données d'énergie lumineuse reçue selon l'angle indiqué, l'heure de la journée sont obtenues, pour une seule localité de la surface terrestre ;
 - L'heure de la journée est reliée à la quantité d'éclairement reçu ;
- Pour un point donné à la surface de la Terre, les configurations lors de la rotation terrestre sont identifiées pour lesquelles la puissance reçue par unité de surface est :
- minimale ;
 - intermédiaire ;
 - maximale.

Compétence – Communiquer à l'oral

Le discours est :

- clair ;
- fluide ;
- improvisé, la lecture de notes demeure partielle ;
- exact et pertinent ;

Le support de présentation possède :

- moins de dix vignettes ;
- aucune illustration non titrée.

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Trois journées, en avril, à Limoges

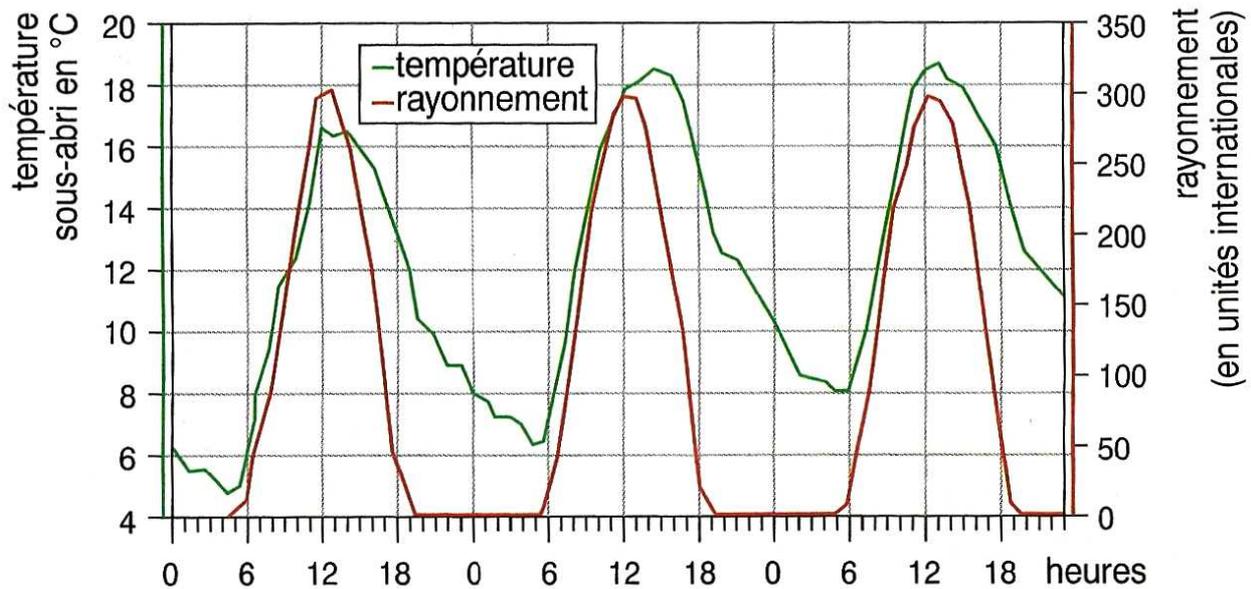
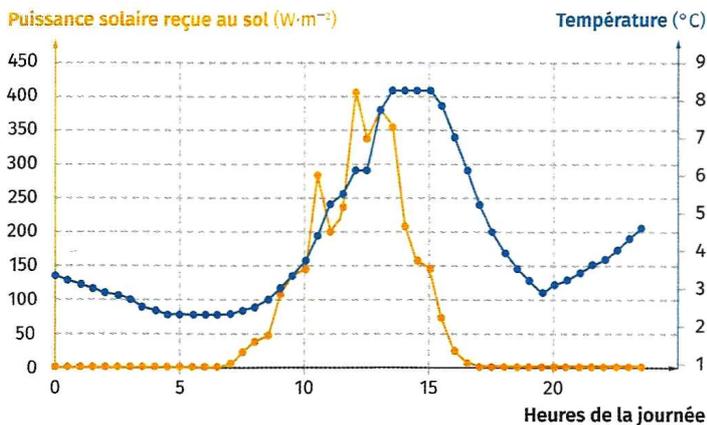


Fig. 1. Les variations de température de l'air à 1 mètre du sol et le rayonnement solaire en fonction des heures d'une journée d'avril à Limoges (*manuel de SVT niveau seconde, éditions Bordas, 2000. p. 36*).

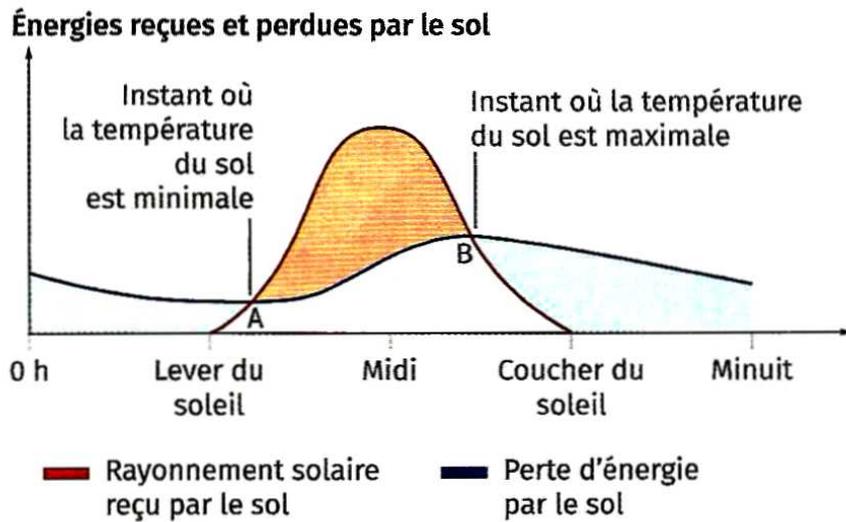


Mesures effectuées la journée du 29 octobre 2018 au lycée Clément Ader à Bernay (Normandie). Ce lycée participe, comme des dizaines d'autres établissements, à la collecte de données météorologiques au sein du réseau « Météo à l'école ».

Fig. 2. Évolution de la température et de la puissance solaire reçue suivant l'heure (*manuel d'enseignement scientifique de première, éditions lelivrescolaire, 2019. p. 71*).

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire



Le sol émet sans cesse de l'énergie, sous forme de chaleur et de rayonnements infrarouges. Entre les points A et B, le sol reçoit plus d'énergie qu'il n'en émet. C'est l'inverse en dehors de cette période.

Fig. 3. Bilan énergétique qualitatif du sol en fonction de l'heure de la journée (*manuel d'enseignement scientifique de première, éditions lelivrescolaire, 2019. p. 71*).

Coup de pouce 1 atelier 1 : Les climats de la Terre

Comment expliquer la diversité des climats observés sur Terre ?

Observe dans le document sur les climats terrestres. Où se situent les climats les plus chauds ? Les plus froids ?

Peux-tu indiquer, en utilisant deux des quatre points cardinaux, suivant quel axe se fait la répartition des climats ? (axe Nord/Sud ? Axe Est/Ouest ?... à toi de voir).

Modélise l'énergie solaire atteignant la surface de la Terre. Utilise un globe, une lampe, un carton troué, une potence. Protocole: Le planisphère est éclairé par la lampe (qui joue le rôle du Soleil). Le carton troué (placé entre la lampe et le globe) sert à obtenir un faisceau lumineux qui atteint la surface du globe.

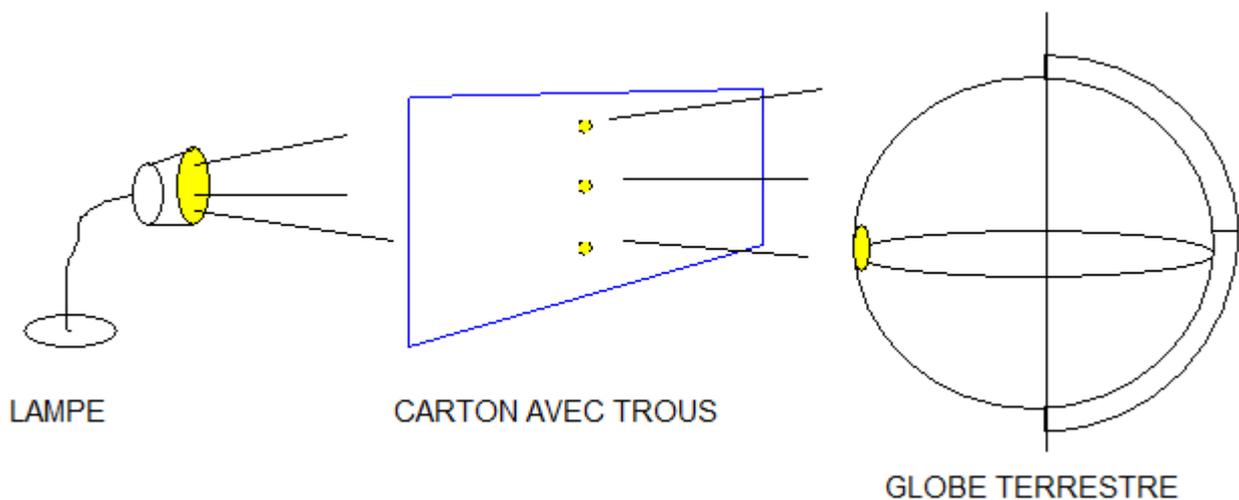


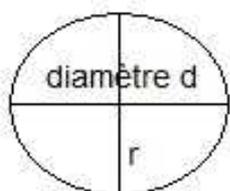
Fig. 1. Schéma de la modélisation.

- Réalise les manipulations et mesures suivantes :
- Éclaire le globe au niveau de l'équateur (0° de latitude).
- En plaçant une feuille de papier sur le globe, trace le contour de la surface éclairée.
- Remplis le tableau suivant :

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

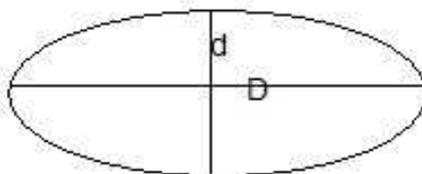
2.1 – Le rayonnement solaire

Latitude	0° (équateur)	30° N	70°N
Tache obtenu (disque ou ellipse?)			
<ul style="list-style-type: none"> • s'il s'agit d'un disque : mesure du rayon r ($d/2$) • s'il s'agit d'une ellipse : mesure des deux diamètres d et D 	$r =$	$d =$ $D =$	$d =$ $D =$
Surface de la tache (regarde le document ci-dessous)	$S1 =$	$S2 =$	$S3 =$



surface du disque

$$S = \pi \times r^2$$



surface de l'ellipse

$$S = \pi \times \frac{D}{2} \times \frac{d}{2}$$

Fig. 2. Formules mathématiques de l'aire du disque et de l'ellipse.

La quantité d'énergie transportée par le faisceau est constante. Mais, au final, le faisceau est plus ou moins étalé. Que peux-tu dire sur la quantité d'énergie reçue par mètre carré en fonction de la latitude ?

Comment expliques-tu les différences de surfaces des taches lumineuses observées sur le globe ? (il te suffit de comparer le globe avec les résultats qui auraient été obtenus avec un planisphère) si tu réussis à répondre à cette question, tu pourras sans problème remplir le bilan puisque c'est la même réponse !

Bilan : A quoi est due l'inégalité de répartition des climats terrestres ?

Coup de pouce 2 atelier 1 : Les climats de la Terre

Comment expliquer la diversité des climats observés sur Terre ?

La Terre étant une sphère, le rayonnement solaire n'atteint pas toutes les latitudes avec le même **angle d'incidence**.

L'angle d'incidence est l'angle entre la droite normale parallèle à la surface terrestre et la droite qui va du point considéré à la surface terrestre en direction du Soleil. Cet angle, maximum (90°) entre les tropiques et l'équateur, diminue avec la **latitude**. Plus on approche des pôles, plus l'énergie solaire se répartit sur une grande surface.

La **répartition inégale** de l'énergie solaire à la surface de la Terre selon la latitude est à l'origine de la répartition des **climats**.

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Coup de pouce 1 atelier 2 : Le Soleil de les saisons

Comment expliquer l'alternance des saisons ?

Dans une même région et selon la période de l'année, les conditions climatiques sur Terre changent : c'est le cycle des saisons.

Mets en évidence avec le modèle (globe, lampe, potence, carton troué) que plus la surface est inclinée, plus l'énergie reçue est diffuse (« éparpillée » sur une plus grande surface). En d'autre terme, l'ellipse « éclairée » par le rayon est plus vaste.

En plaçant une feuille de papier sur le globe, trace le contour de la zone éclairée, puis calcule leurs valeurs de surface en t'aidant des données de la figure 1.

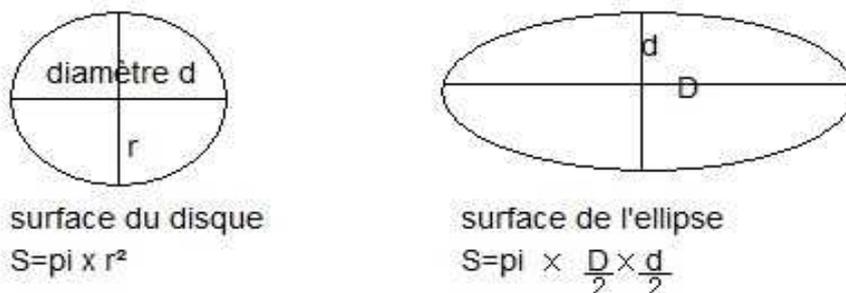


Fig. 1. Formules mathématiques de l'aire du disque et de l'ellipse.

Raisonne avec le point Fr. symbolisant la place de la France sur la figure 2. En été, la France Fr. est moyennement inclinée par rapport au rayon solaire (partie gauche du schéma). En revanche, en hiver, la France est très inclinée. En hiver, la France reçoit moins d'énergie solaire qu'en été.

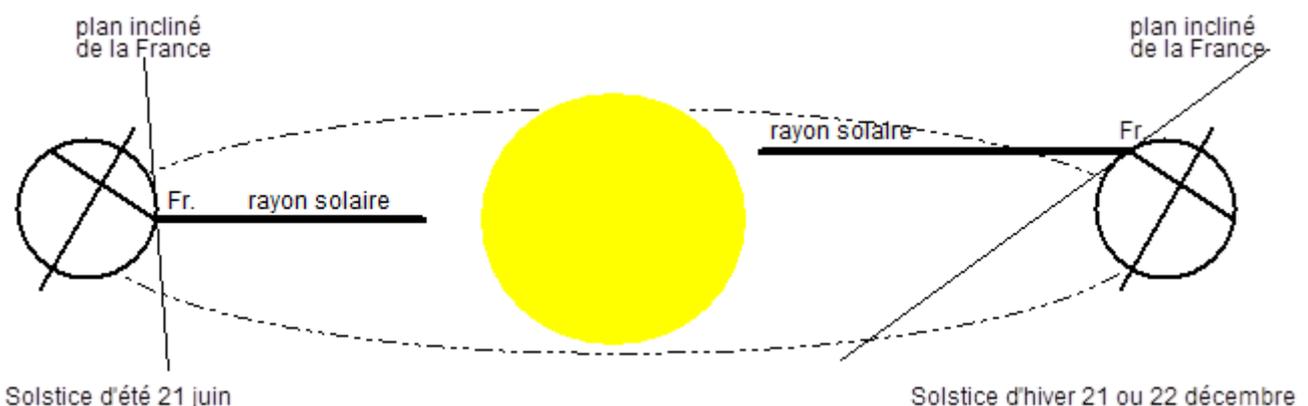


Fig. 2. Position de la Terre aux deux moments de l'année les plus contrastés au niveau de la quantité d'énergie solaire reçue.

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Coup de pouce 2 atelier 2 : Le Soleil de les saisons

Comment expliquer l'alternance des saisons ?

La Terre tourne sur elle-même en 24h et autour du Soleil en une année. L'alternance des saisons est due à sa **rotation autour d'un axe incliné** par rapport au plan de révolution autour du Soleil.

L'angle d'incidence est l'angle entre la droite normale parallèle à la surface terrestre et la droite qui va du point considéré à la surface terrestre en direction du Soleil.

Les rayons solaires atteignent le Terre avec un **angle d'incidence qui varie au cours de l'année**. Cela confère une **inégalité temporelle de répartition de l'énergie solaire**.

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Coup de pouce 1 atelier 3 : Les variations diurnes d'énergie solaire reçue

Comment expliquer la variation de la puissance solaire reçue en fonction de l'heure de la journée ?

Imagine que tu sois au niveau du cercle polaire. A un instant de la journée, tu te situes au point A. Le rayon solaire i schématisé se trouve à une certaine position dans le ciel.

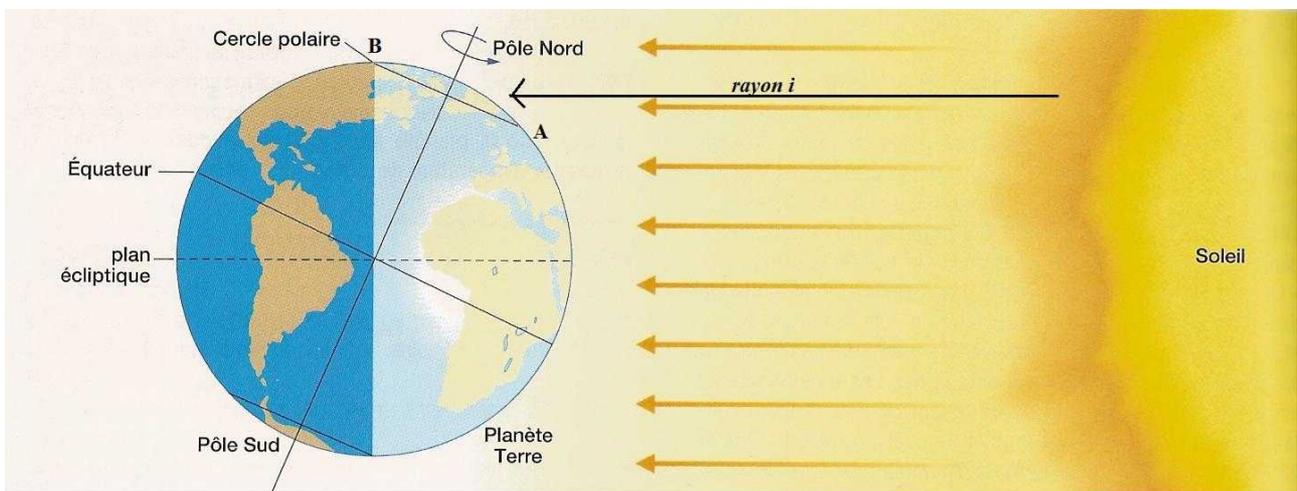
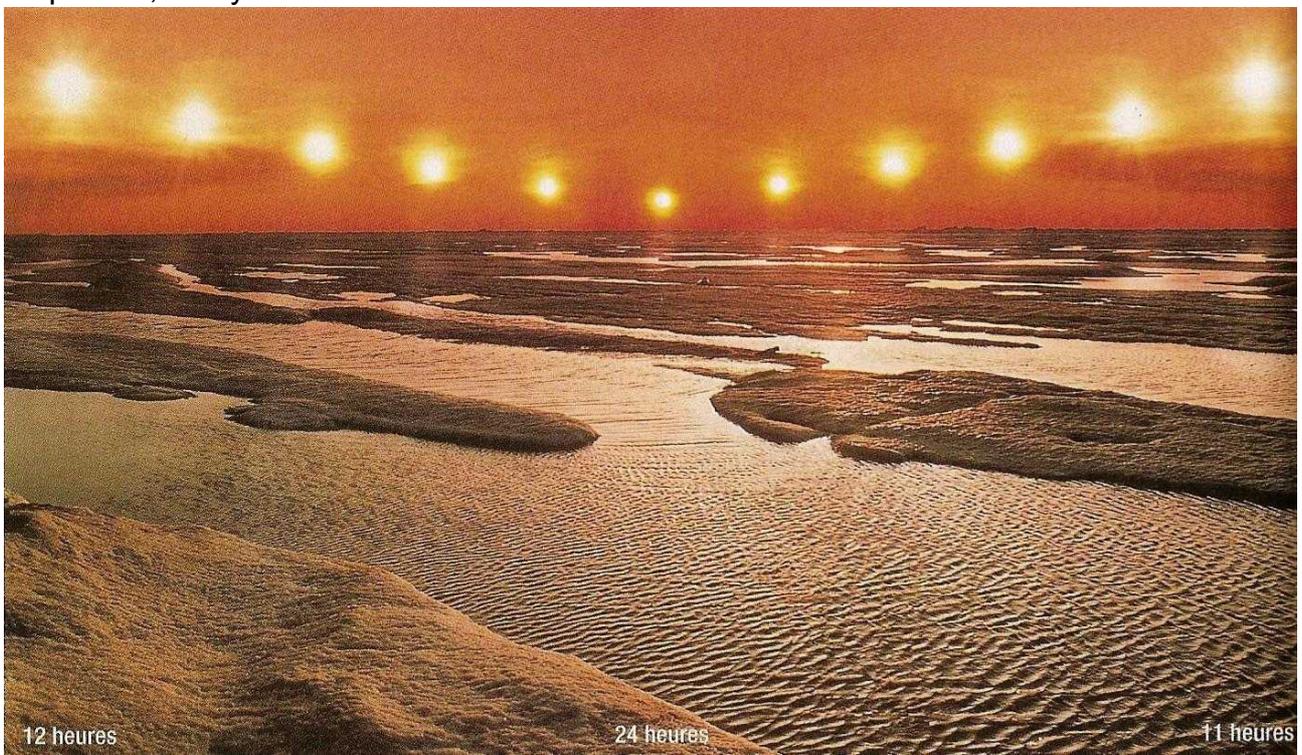


Fig. 1. Représentation de la Terre inclinée selon son axe de rotation et irradiée par le rayonnement solaire.

La Terre effectue une rotation sur un axe incliné (dessiné ici d'ailleurs). Si on imagine les choses en mouvements, au cours de l'après-midi en allant sur le cercle polaire du point A au point B, le rayon i va-t-il monter ou descendre dans le ciel ?



Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Fig. 2. Image reconstituée de photographies prises à intervalle régulier illustrant le mouvement relatif de la Terre par rapport au Soleil.

Peux-tu maintenant expliquer pourquoi le soleil "monte" puis "descend" dans le ciel au cours de la journée ? Ou formulé autrement, quel paramètre de la Terre est responsable de cette impression ?

Est-ce que le Soleil « monte » ou « descend » réellement dans le ciel ? Le Soleil ne se lève pas à l'Est ni se couche à l'Ouest. C'est une interprétation erronée due à l'absence de perception des mouvements du référentiel Terre. En fait, c'est la Terre qui, tournant sur elle-même de façon inclinée, donne l'impression fausse du mouvement du Soleil autour de la Terre.

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Coup de pouce 2 atelier 3 : Les variations diurnes d'énergie solaire reçue

Comment expliquer la variation de la puissance solaire reçue en fonction de l'heure de la journée ?

Au cours de la journée avec la rotation de la Terre, la puissance solaire reçue par mètre carré augmente du lever du Soleil jusqu'à midi heure solaire, puis diminue jusqu'au coucher du Soleil (figure 1).

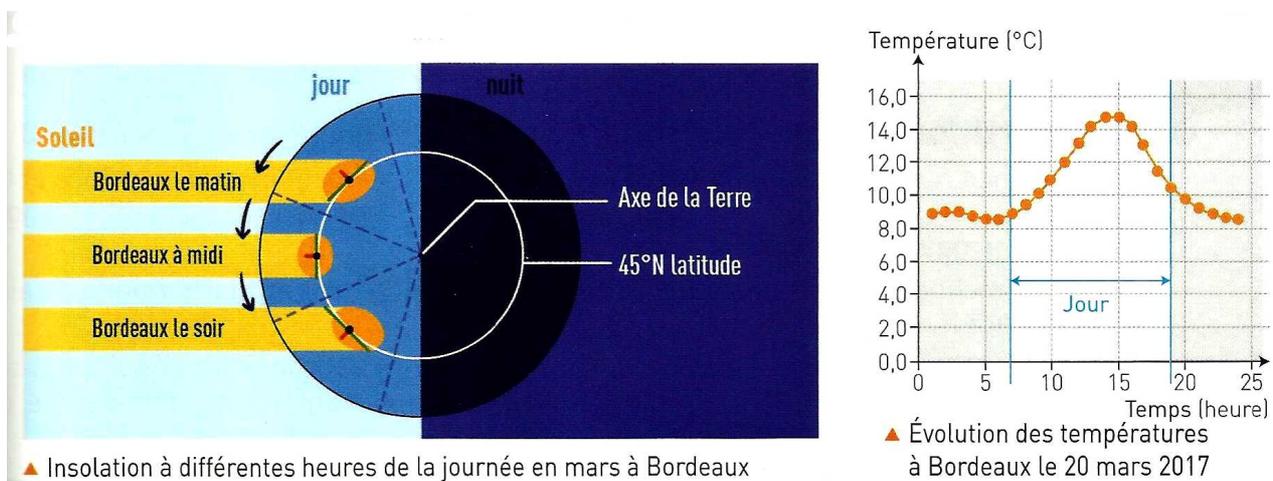


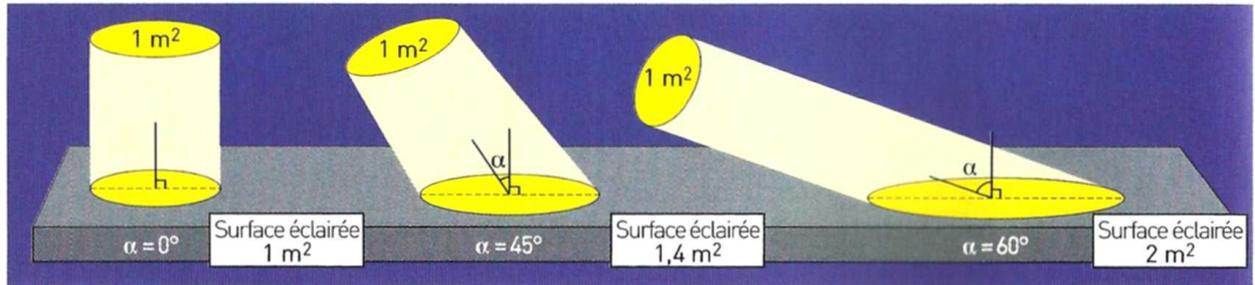
Fig. 1. Variations journalières d'insolation et de température (*manuel enseignement scientifique, éditions Hachette, 2019 ; p. 73*).

La variation de l'inclinaison du rayonnement solaire incident pour un point donné à la surface terrestre est responsable des variations diurnes de la puissance solaire reçue en ce point. Plus cette inclinaison est importante (angle α de la figure 2), plus l'aire de la surface éclairée est grande et plus la puissance solaire reçue par mètre carré diminue.

Thème 2 – LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

2.1 – Le rayonnement solaire

Lorsque l'inclinaison varie, l'aire de la surface éclairée est modifiée. Ainsi, plus cet angle est important, plus la surface éclairée est importante : un mètre carré de surface reçoit alors une puissance radiative moindre.



La puissance solaire reçue par unité de surface terrestre dépend alors de l'heure, c'est la variation diurne .

Fig. 2. Inclinaison du rayonnement incident et aire de la surface éclairée (*manuel enseignement scientifique, éditions Hachette, 2019 ; p. 74*).