

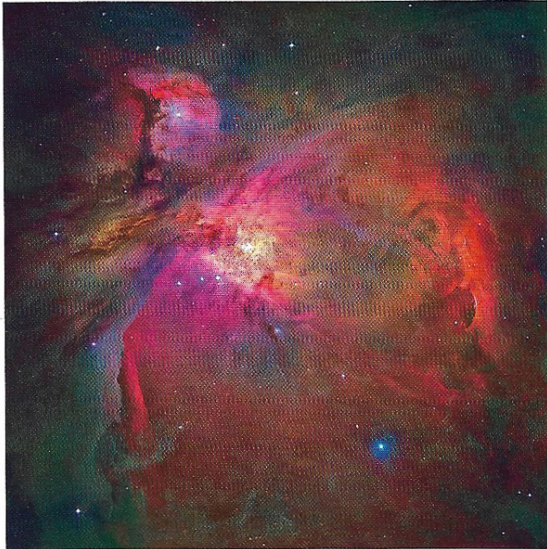
THÈME 2 : LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

CH 4 : LE RAYONNEMENT SOLAIRE

Activité 1 : Le carburant du Soleil

Depuis sa naissance, le Soleil émet un rayonnement très puissant grâce aux réactions nucléaires qui ont lieu dans son noyau. Quelle est l'origine du rayonnement solaire ?

Aux origines du Soleil

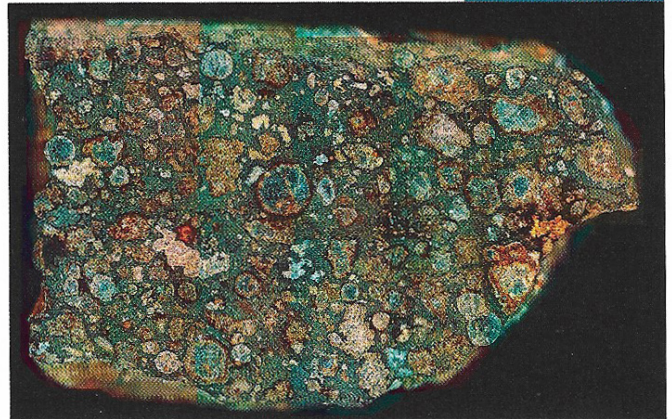


DOC 1 Les nébuleuses d'Orion et de la tête de cheval.

Grâce à l'observation stellaire et à des modèles théoriques, on pense que c'est dans des nébuleuses de ce type que naissent les étoiles, suite à l'effondrement de nuages de gaz et de poussière sous l'effet de la gravité. Les étoiles qui viennent de naître sont entourées d'un disque de gaz et de poussières dans lequel se forment les planètes et des météorites issues de collisions incessantes entre des « embryons de planètes » en formation.

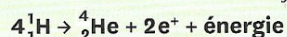


Pratique scientifique



DOC 2 La météorite NWA 2364. Découverte en 2004, elle a été datée par radiochronologie (voir p. 149) à 4,568 milliards d'années. C'est la plus vieille météorite jamais découverte sur Terre. Les météorites fournissent une bonne datation du système solaire (et donc du Soleil) car elles se sont refroidies et solidifiées très rapidement après sa formation.

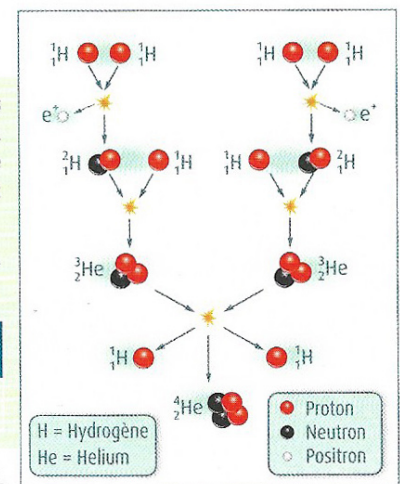
Lors de la formation d'une étoile, l'effondrement du nuage de gaz et de poussières s'accompagne d'une augmentation de température d'autant plus importante que la masse du nuage est importante. Lors de la formation du Soleil, l'augmentation de température a été telle que des réactions de fusion de l'hydrogène ont pu commencer :



Ces réactions se poursuivent aujourd'hui et le rayonnement solaire est une manifestation de l'énergie qu'elles libèrent.

	Noyau d'hydrogène	Noyau d'hélium	Positron (e ⁺)
Masse (kg)	1,67262 · 10 ⁻²⁷	6,64648 · 10 ⁻²⁷	0,00091 · 10 ⁻²⁷

DOC 3 La réaction de fusion de l'hydrogène.

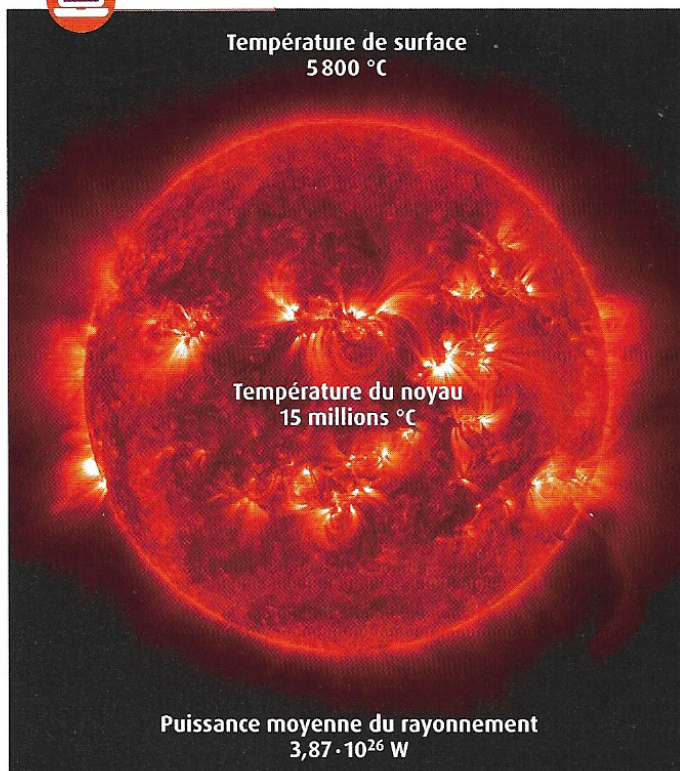


Vidéo : « La fusion au coeur des étoiles » - CEA

Le Soleil se consume



Vidéos de l'annexe concernant le Soleil



Pratique scientifique

DOC 4 Photo du Soleil prise par l'observatoire SDO.

L'énergie dégagée par les réactions de fusion de l'hydrogène maintient le Soleil à une température très élevée. La température de sa surface a été déterminée à partir de l'étude du rayonnement qu'il émet (voir unité suivante), et la température de son noyau en étudiant les conditions de réalisation de la fusion de l'hydrogène. La puissance moyenne du rayonnement solaire a, quant à elle, été mesurée grâce à des appareils appelés bolomètres, embarqués à bord des satellites d'observation astronomique.

rappel

Relation entre puissance et énergie

$$P_{\text{moyenne}} = \frac{E}{\Delta t}$$

Avec

P_{moyenne} = puissance moyenne du phénomène exprimée en watts (W)
 E = énergie délivrée par le phénomène exprimée en joules (J)
 Δt = durée du phénomène exprimée en secondes (s)

Histoire des sciences

Albert Einstein est aujourd'hui considéré comme l'un des plus grands scientifiques de l'histoire. L'année 1905 est surnommée son *annus mirabilis* (année merveilleuse en latin) car ce fut l'année la plus productive de sa vie. Il découvrit notamment, cette année-là, la célèbre équation appelée équivalence masse-énergie. Cette relation exprime le fait que la masse d'un objet matériel peut fournir de l'énergie.

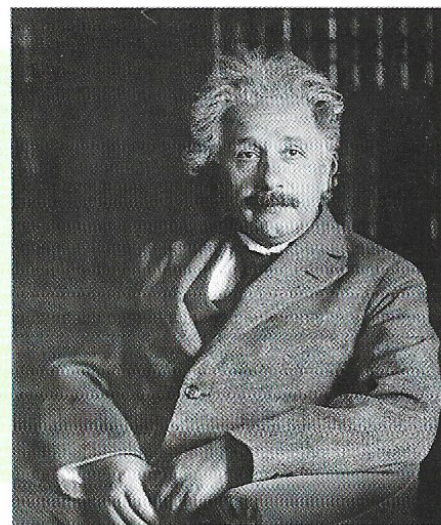
$$E = mc^2$$

Avec E = énergie en joules (J)

m = masse en kilogrammes (kg)

c = vitesse de la lumière dans le vide

$$= 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$



DOC 5 Einstein et l'équivalence masse-énergie.



Vidéos de l'annexe concernant l'équivalence masse-énergie

ACTIVITÉ GUIDÉE

1. Calculez la masse perdue lors d'une réaction de fusion de noyaux d'hydrogène, puis en déduire, avec l'équivalence masse-énergie, l'énergie dégagée par cette réaction (DOCS 3 ET 5).
2. Justifiez que l'énergie dégagée chaque seconde par le Soleil vaut $3,87 \cdot 10^{26}$ J (DOC. 4).
3. Avec l'équivalence masse-énergie, en déduire la masse perdue chaque seconde par le Soleil (DOC. 5).
4. En utilisant l'âge du Soleil (en secondes), évaluez l'énergie dégagée par le Soleil depuis sa naissance (DOCS 2 ET 4).
5. Avec l'équivalence masse-énergie, en déduire la masse perdue par le Soleil depuis sa naissance (DOC. 5).

Annexe de l'activité 1 – Liens vidéo

Le Soleil :

<https://www.youtube.com/watch?v=TOYGhaf8c24>

<https://www.youtube.com/watch?v=Yzdd3uWM-OE>

<https://www.youtube.com/watch?v=i1LPhW2U5hw>

Equation d'une réaction nucléaire de fusion :

<https://www.youtube.com/watch?v=H3QVkmEh-Fw>

Fusion nucléaire au cœur d'une étoile - CEA :

<https://www.youtube.com/watch?v=1aKLyPoDjVE>

Equivalence masse-énergie (Einstein 1905) :

Cours - Les bons profs :

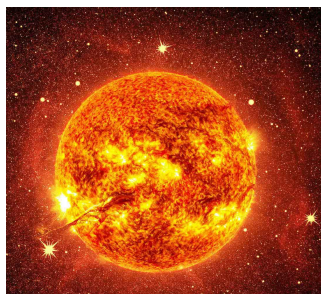
<https://www.youtube.com/watch?v=XR2XPDgMnfo>

Exercice – Energie libérée par la fusion de noyaux d'hydrogène :

https://www.youtube.com/watch?v=bvDCrK_O5Fo

Exercice – Perte de masse du Soleil :

<https://www.youtube.com/watch?v=KXDHXsDAliY>



THÈME 2 : LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

CH 4 : LE RAYONNEMENT SOLAIRE

Activité 2 : Rayonnement thermique et température

Objectif : Analyser le spectre de la lumière d'une étoile afin de déterminer la température de sa « surface ».

Alors qu'il est impossible d'approcher de trop près le Soleil, la température de la « surface » de notre étoile est connue. Comment peut-on déterminer cette température ?

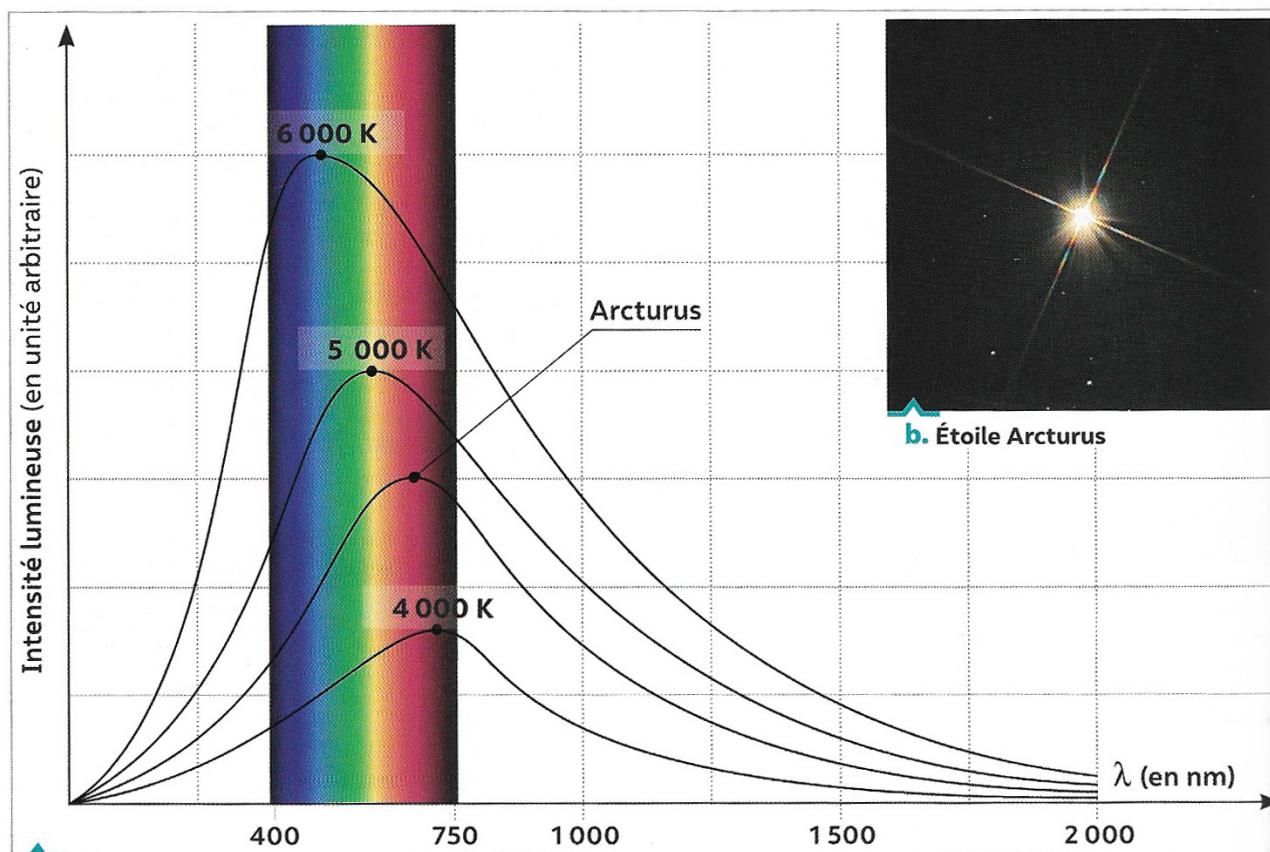
1 Analyser le spectre de rayonnement d'un corps noir

- Si l'on chauffe un éclat de verre (transparent) ou de miroir (réfléchissant) à quelques milliers de degrés Celsius, on observe qu'il émet considérablement moins de lumière qu'un morceau de charbon porté à la même température. Ainsi, ce morceau de charbon est modélisé par un objet appelé **corps noir**.
- Pour chaque température, il existe une longueur d'onde λ_m pour laquelle l'intensité lumineuse émise par la source chaude est la plus grande.



VOCABULAIRE

Un objet «sombre», c'est-à-dire ni réfléchissant ni transparent, qu'on appelle «**corps noir**», émet de la lumière avec un spectre bien particulier qui dépend uniquement de sa température.



a. Rayonnement d'un corps noir et spectre d'émission de la lumière émise par l'étoile Arcturus, appartenant à la constellation du Bouvier



VOCABULAIRE

La lettre grecque lambda, d'écriture λ , est la 11^e lettre de l'alphabet grec. Elle est souvent utilisée en physique-chimie pour désigner une longueur d'onde.



ÉVITER LES ERREURS

Seules les sources d'origine thermique donnent ce type de spectres. Une lampe à vapeur de gaz par exemple donne un spectre très différent.

2 Évaluer la température d'une étoile

- Une étoile rayonne comme un corps noir ayant la température de sa surface.
- Une étoile chaude peut avoir une température de surface allant jusqu'à 50 000 K. Une étoile froide a une température de surface d'environ 3 000 K.



c. **Bételgeuse**
Étoile rouge-orangée



d. **Rigel**
Étoile bleue

3 Comparer la loi de Wien à une fonction de référence mathématique

e. Loi de Wien

La loi de Wien peut être utilisée pour déterminer la température d'une source chaude, modélisée par un corps noir, dont le spectre et λ_m sont connus. Inversement il est possible de déterminer λ_m à partir de la température d'une source chaude.

La température T de la source chaude modélisée par un corps noir et la longueur d'onde λ_m sont liées par la relation :

$$\lambda_m = \frac{\alpha}{T}$$

α est une constante dont la valeur est $\alpha = 2,90 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$.

La relation entre la température absolue T en K et la température θ en $^{\circ}\text{C}$ s'écrit :

$$T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$$



CORRESPONDANCES DES NOTATIONS

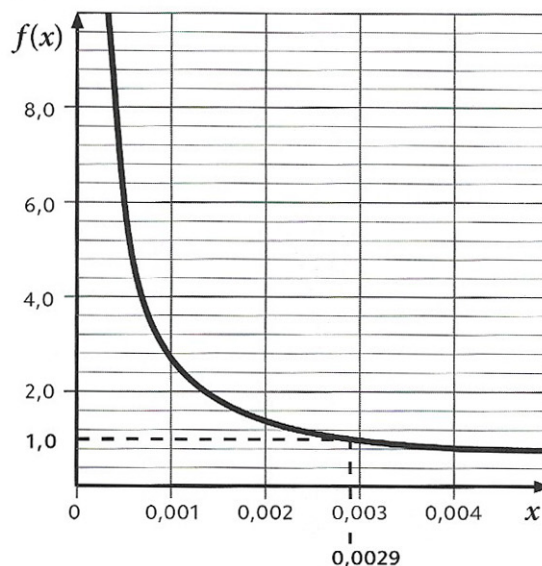
Physique-chimie	Mathématiques
Paramètre température T	Variable x
Grandeur longueur d'onde λ_m	$f(x)$, image de x par la fonction f

f. Fonction inverse

Soit la fonction f définie sur $\mathbb{R}^*$ par $f(x) = \frac{\alpha}{x}$

où α est une constante strictement positive. f est une fonction inverse. La courbe représentative de la fonction f s'appelle une hyperbole.

La représentation graphique est tracée ci-dessous pour $\alpha = 2,9 \times 10^{-3}$.



PISTE D'EXPLOITATION

- Déterminer si la fonction f est croissante ou décroissante sur son domaine de définition.
 - Déterminer, en le justifiant, si les étoiles les plus chaudes apparaissent bleues ou rouges.
- Pour l'étoile d'Arcturus, déterminer graphiquement la valeur de λ_m , la longueur d'onde correspondant à l'intensité lumineuse émise maximale.
 - En déduire la température de surface de l'étoile.
- La température de surface de l'étoile Bételgeuse est $T = 3200^{\circ}\text{C}$. Déterminer la longueur d'onde λ_m correspondant au maximum d'intensité lumineuse du spectre de la lumière émise par l'étoile.
 - Montrer que cette longueur d'onde est dans le domaine de l'infrarouge.

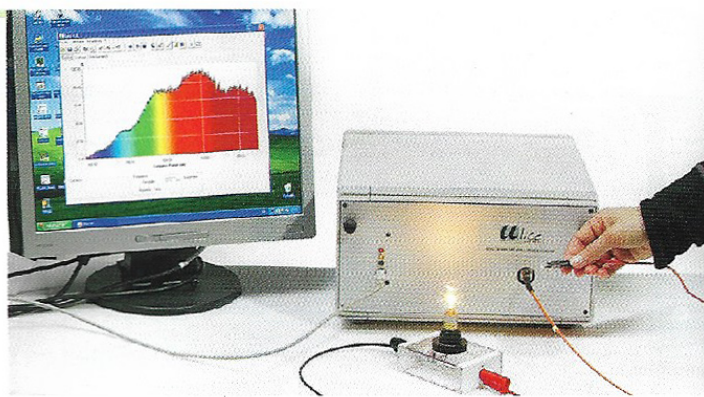
Annexe 1 : Visualisation d'un spectre d'émission – Profil spectral

Réaliser un profil spectral

Démarche expérimentale

Pour visualiser le rayonnement émis par une source lumineuse, il est possible d'utiliser un spectrophotomètre qui mesure l'intensité lumineuse sur un intervalle de longueur d'onde couvrant généralement le domaine visible et le proche infrarouge.

- Relier le spectrophotomètre à l'ordinateur et lancer le logiciel d'acquisition.
- Diriger l'extrémité libre de la fibre optique en direction de la source de lumière étudiée.
- Procéder à l'acquisition du profil spectral.



- L'axe des abscisses représente la longueur d'onde de chaque radiation et l'axe des ordonnées une grandeur arbitraire reliée à l'intensité de la radiation.

Annexe 2 : Liens vidéo pour l'activité 2 du chapitre 4 – Spectre d'émission et loi de Wien

Spectre de la lumière solaire – CEA :

<https://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/spectres-composition-chimique-du-soleil.aspx>

Spectre de lumière d'une étoile :

<https://www.youtube.com/watch?v=rqQ0Meu-2SU>

Spectre d'émission d'un corps noir :

https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_fr.html

<https://www.youtube.com/watch?v=HOrPuhuGgjc>

Loi de Wien :

<https://www.youtube.com/watch?v=AiTvwOAysJA>

<https://www.youtube.com/watch?v=9VDWZxokLxc>

<https://www.youtube.com/watch?v=4rS8jCl4P5c>

<https://www.youtube.com/watch?v=3OZpqUIdUbU>

Résumé de cours – “Les bons profs” :

https://www.youtube.com/watch?v=NEa0_EyOuGc

Exercices

1- Loi de Wien

Profil spectral et température

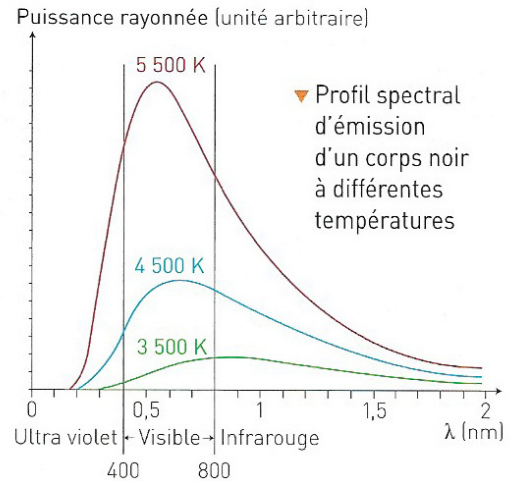
Document :

λ_{max} (nm)	2900	1450	965	724	579
T (K)	$1,0 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^3$	$4,0 \cdot 10^3$	$5,0 \cdot 10^3$
$1/T$ (K ⁻¹)	$10 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$

λ_{max} (nm)	483	414	362	322	290
T (K)	$6,0 \cdot 10^3$	$7,0 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^3$	$9,0 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$
$1/T$ (K ⁻¹)	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$

▲ Température d'un corps noir en fonction du λ_{max}

Une simulation permet de déterminer le **profil spectral** d'émission d'un corps noir à différentes températures. λ_{max} et T sont reliés par une relation mathématique : la **loi de Wien**.



1. Tracer le graphique montrant l'évolution de λ_{max} en fonction de $\frac{1}{T}$ (doc).
2. Montrer que λ_{max} et $\frac{1}{T}$ sont proportionnels et établir la loi de Wien.

Vocabulaire

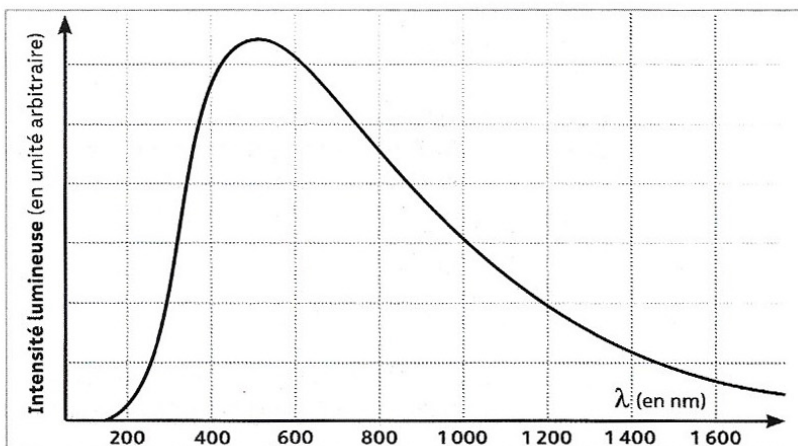
Profil spectral d'un corps chaud : graphique représentant la puissance rayonnée en fonction de la longueur d'onde de ces radiations.

λ_{max} : longueur d'onde de la radiation la plus intense.

2- Température de « surface » du Soleil

Énoncé

Certains satellites, équipés de spectromètres, ont permis d'obtenir le spectre du rayonnement émis par le Soleil. La représentation graphique de l'intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde du rayonnement est donnée ci-dessous :



DONNÉES

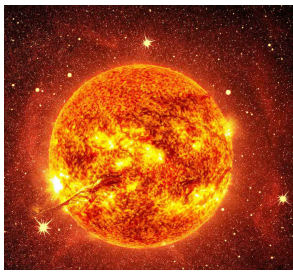
1. Loi de Wien :

$$T = \frac{\alpha}{\lambda_m} \text{ avec } \alpha = 2,90 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}.$$

2. Relation entre température absolue T et température θ :

$$T \text{ (K)} = \theta \text{ (}^\circ\text{C)} + 273,15$$

1. Déterminer graphiquement la longueur d'onde λ_m correspondant au maximum d'intensité lumineuse émise.
2. À l'aide de la loi de Wien, calculer la température de surface du Soleil.
3. En déduire la température de la surface du Soleil en degrés Celsius.



THÈME 2 : LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

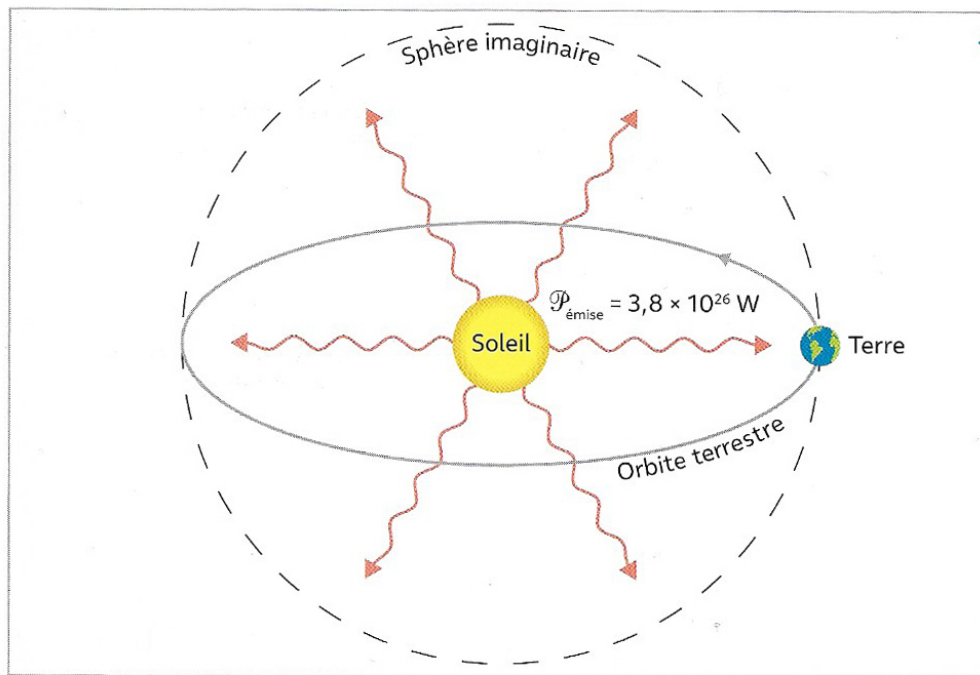
CH 4 : LE RAYONNEMENT SOLAIRE

Activité 3 : Rayonnement solaire reçu par la Terre

La Terre reçoit l'essentiel de son énergie du Soleil. Or la Terre, qui possède une atmosphère, est de forme sphérique, tourne sur elle-même en une journée et autour du Soleil en une année. Quelle proportion de l'énergie solaire parvient effectivement à la surface de la Terre ? Comment cette proportion d'énergie solaire reçue par la Terre varie-t-elle dans l'espace et le temps ?

I. Puissance Solaire atteignant la surface Terrestre

Doc 1. Répartition du rayonnement solaire dans l'espace



a. Répartition isotrope du rayonnement solaire

À une distance donnée du centre du Soleil, la puissance reçue de la part du Soleil se trouve répartie de manière homogène sur une sphère de rayon égal à cette distance.



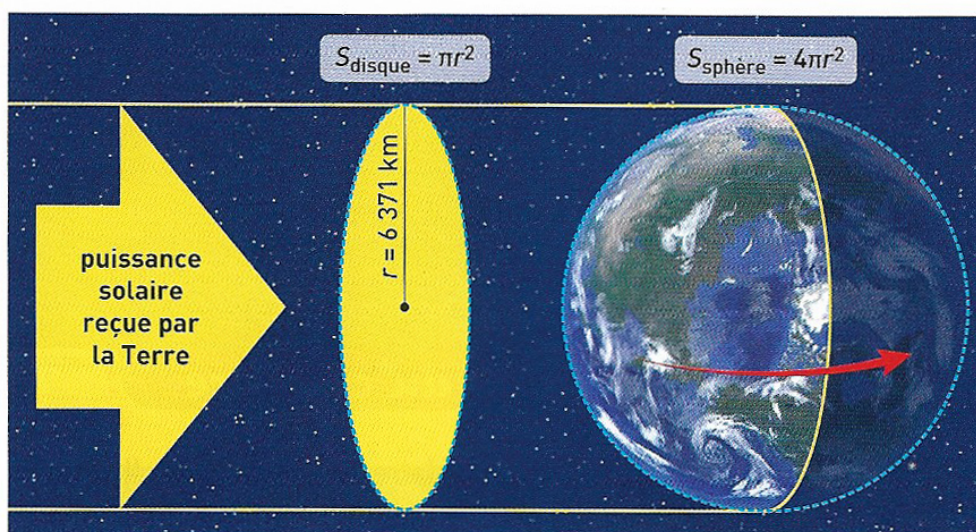
VOCABULAIRE

L'**isotropie** est le fait de présenter les mêmes caractéristiques physiques dans toutes les directions de l'espace. Ainsi, la puissance solaire libérée se répartit de façon isotrope, c'est-à-dire de façon identique dans toutes les directions à partir du Soleil.

La **puissance solaire reçue** par un corps se répartit en :

- puissance absorbée par le corps ;
- puissance diffusée par le corps ;
- puissance réfléchiée par le corps.

Doc 2. Rayonnement solaire moyen reçu à la surface de la Terre



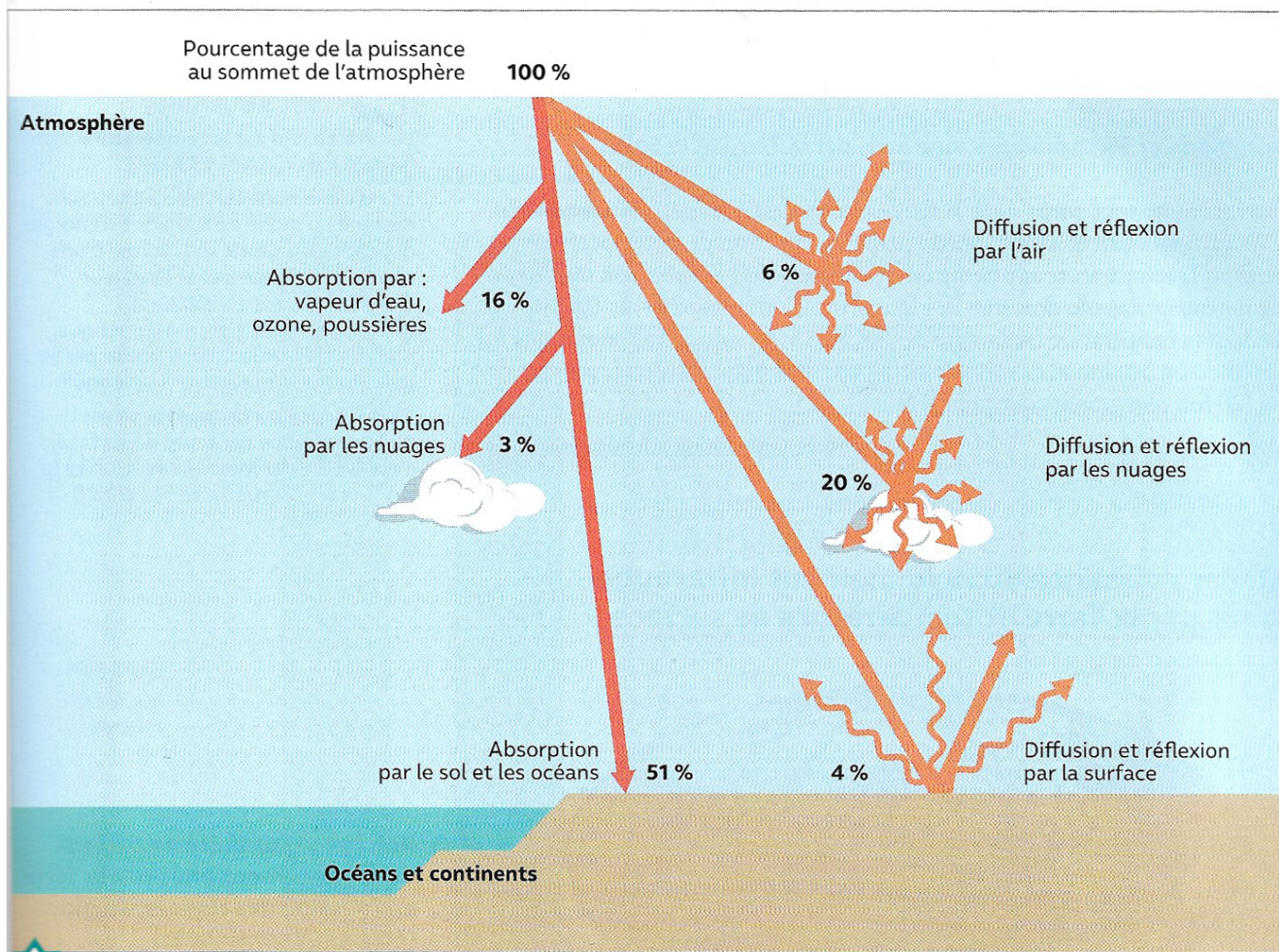
Pour calculer la puissance solaire totale interceptée par une planète, on considère un disque imaginaire, placé au-dessus de la planète et orienté perpendiculairement au rayonnement incident, qui le capterait entièrement. La surface de ce disque vaut πr^2 , où r est le rayon de la planète.

Puisque la Terre tourne sur elle-même, la puissance qu'elle reçoit se répartit intégralement sur toute sa surface, c'est-à-dire sur une sphère dont la surface vaut $4\pi r^2$.

■ Une approche géométrique du calcul des puissances solaires reçues.

Doc 3. L'albédo terrestre

L'albédo A est le quotient de la puissance solaire diffusée et réfléchie par une surface, par la **puissance solaire reçue** par cette surface. C'est un nombre sans unité compris entre 0 et 1. L'albédo terrestre moyen est $A = 0,3$.



Pourcentage des puissances solaires absorbées, diffusées et réfléchies par la Terre et son atmosphère

Questions :

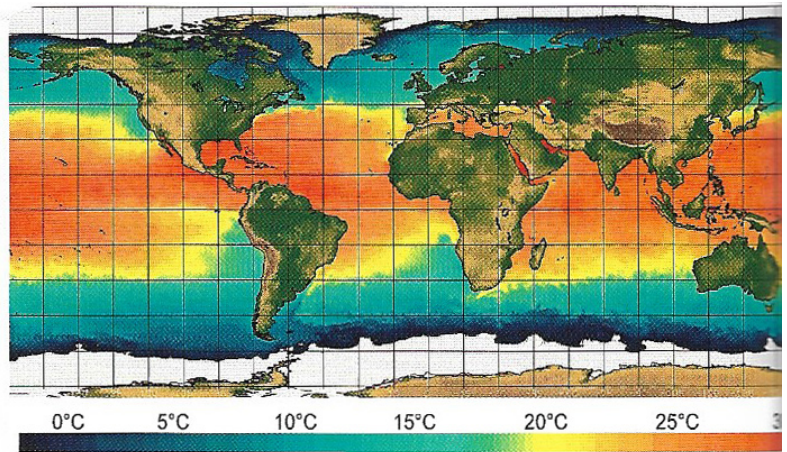
1. Calculer l'aire de la sphère imaginaire ayant pour centre le Soleil et pour rayon la distance Terre-Soleil : $R = 1,5 \times 10^{11}$ m. Exprimer le résultat en m^2 .
2. Déterminer la puissance surfacique (puissance par m^2) reçue de la part du Soleil à une distance de 150 millions de kilomètres du Soleil. C'est la puissance reçue par une surface de 1 m^2 placée perpendiculairement au rayonnement solaire, au dessus de l'atmosphère terrestre. Elle est appelée constante solaire et est notée K . Exprimer K en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.
3. Retrouver la valeur moyenne $A = 0,3$ pour l'albédo terrestre.
4. Montrer que la puissance reçue par une surface de 1 m^2 placée perpendiculairement au rayonnement solaire, au niveau du sol terrestre est d'environ 1000 W.
5. Calculer l'aire du disque imaginaire du document 2 qui capterait entièrement la puissance solaire reçue par la Terre au-dessus de l'atmosphère terrestre.
6. Calculer la puissance totale reçue par la Terre et son atmosphère. En déduire, la puissance surfacique moyenne (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) reçue de la part du Soleil par la Terre et son atmosphère.

II. Puissance solaire reçue en différents endroits du globe terrestre

Plusieurs facteurs influent sur le climat d'un point du globe. Certaines variations sont dues à l'altitude, ou encore au voisinage ou non de courants marins. Mais de manière globale, pourquoi observe-t-on des températures différentes à l'équateur et aux pôles ?

Consigne

Expliquer comment la température moyenne d'un lieu évolue en fonction de la latitude, et quelle en est la cause principale.

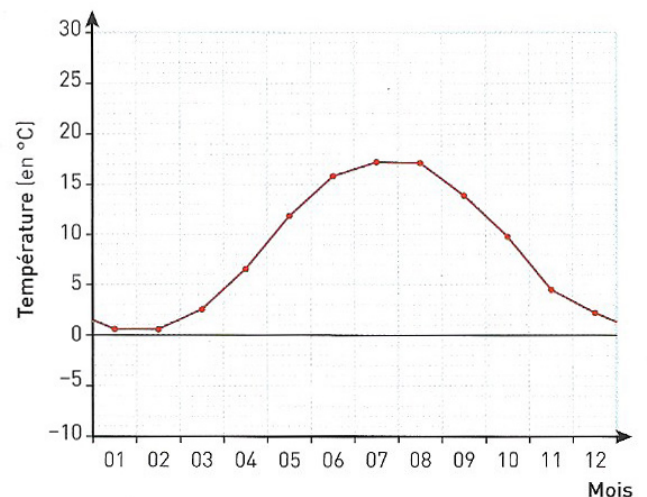


Température moyenne à la surface des océans, le 23 septembre 2018

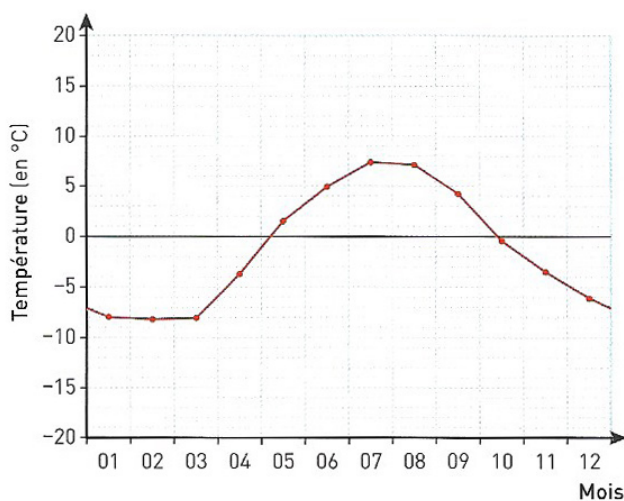
Doc. 1 Les variations de température à la surface du globe

Les graphiques ci-contre présentent les variations de température moyenne mensuelle au cours de l'année dans trois villes de l'hémisphère nord :

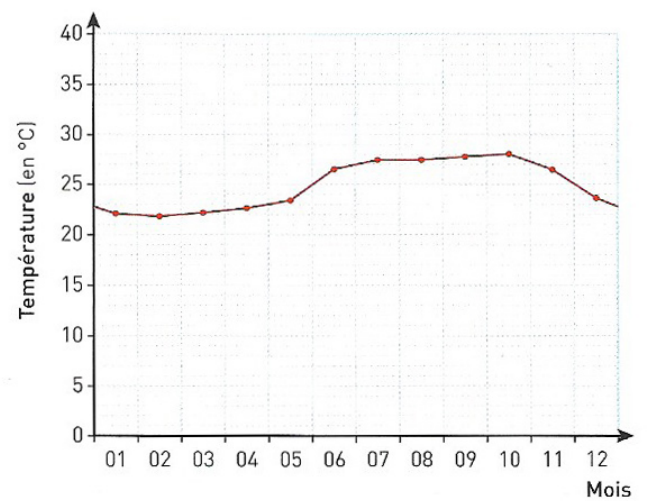
- > à Copenhague (Danemark), située à environ 55° de latitude Nord et 14 m d'altitude ;
- > à Nuuk (Groënland), située à environ 64° de latitude Nord et à 1 m d'altitude ;
- > à Dakar (Sénégal), située à environ 14° de latitude Nord et à 12 m d'altitude.



Variations de température moyenne à Copenhague au cours de l'année



Variations de température moyenne à Nuuk au cours de l'année

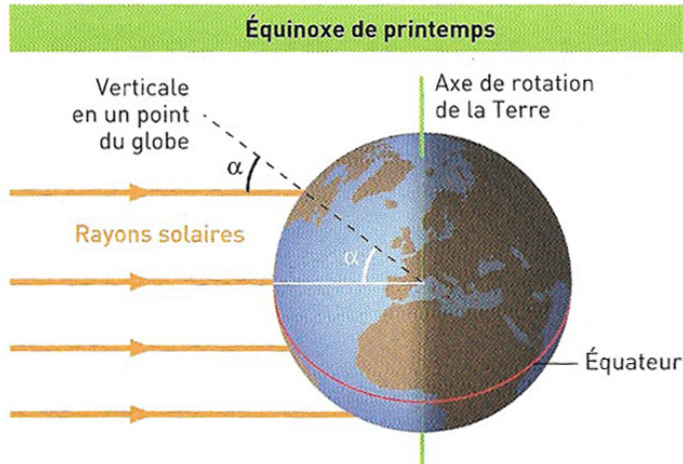


Variations de température moyenne à Dakar au cours de l'année

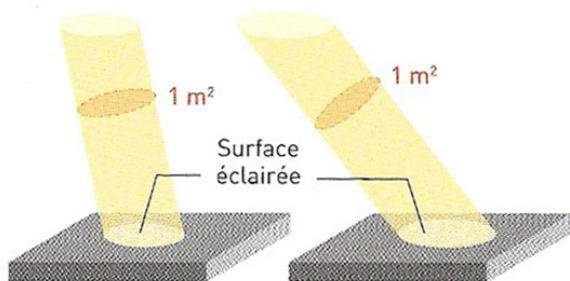
Doc. 2 Inclinaison des faisceaux lumineux à la surface de la Terre

Le Soleil est une source de lumière très éloignée de la Terre : on peut considérer que ses rayons arrivent tous parallèlement entre eux à la surface de la Terre.

Sur le schéma ci-contre, la Terre est représentée à l'équinoxe de printemps. À cette date, les rayons du Soleil arrivent verticalement à l'équateur lorsqu'il est midi, heure solaire locale. La puissance solaire reçue par unité de surface vaut alors $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ environ.

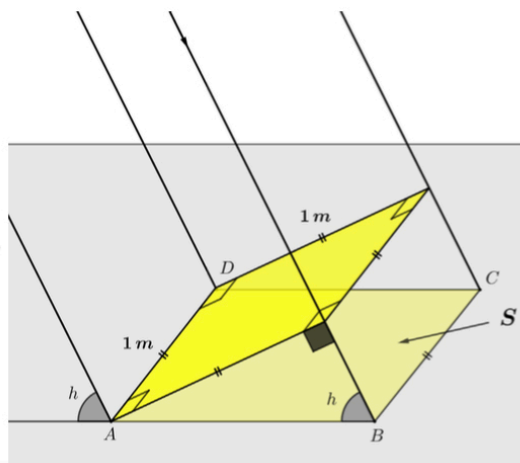
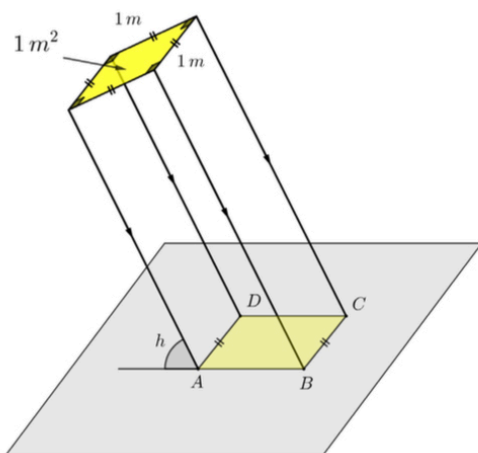


Doc. 3 Inclinaison des faisceaux lumineux et surface éclairée



Comment évolue la surface éclairée par un faisceau lumineux en fonction de l'angle d'inclinaison ? Pour répondre à cette question, on réalise une expérience : un faisceau lumineux avec une section de 1 m^2 est dirigé vers un plan. On fait varier l'inclinaison du faisceau et on mesure l'aire de la surface éclairée en fonction de l'angle formé avec la perpendiculaire.

Angle entre le faisceau lumineux et la perpendiculaire	Aire de la surface éclairée sur le plan (en m^2)
14°	1,03
55°	1,74
64°	2,28



Questions :

1. Au regard des variations de température dans les 3 lieux (doc.1), peut-on affirmer que la température est toujours plus élevée vers l'équateur que vers les pôles ?
2. Evaluer les températures moyennes à Dakar, Copenhague et Nuuk au cours de l'année à partir de la température maximale et de la température minimale : $T_{\text{moy}} = \frac{T_{\text{min}} + T_{\text{max}}}{2}$
3. Préciser comment varie la température moyenne à la surface terrestre lorsque l'on se déplace de l'équateur vers les pôles.
4. On se place à la date de l'équinoxe de printemps, à midi heure solaire (doc.2).
 - a. Quelle est la valeur de puissance surfacique de rayonnement solaire (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) reçue à l'équateur ? Est-ce en accord avec la valeur trouvée dans la partie I ?
 - b. Déterminer l'angle entre les rayons lumineux issus du Soleil et la verticale à Dakar, Copenhague et Nuuk. En déduire l'angle entre ces rayons et la surface terrestre pour ces 3 villes.
5. A l'aide des schémas du document 3, retrouver par un calcul de trigonométrie « simple » les valeurs d'aire de surface éclairée données dans ce document.
6. Calculer la puissance surfacique de rayonnement solaire (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) reçue dans chacune des 3 villes à l'équinoxe de printemps à midi.
7. Faire le lien entre la puissance surfacique de rayonnement solaire reçue sur Terre, la latitude et la température moyenne.

Vocabulaire

Latitude Angle formé entre la verticale du lieu et l'équateur.

Équinoxe Date à laquelle la durée du jour est égale à celle de la nuit, soit 12 h, partout sur Terre. Il se produit deux équinoxes dans l'année, à l'automne et au printemps.

Puissance solaire surfacique reçue

Elle représente l'énergie solaire reçue sur chaque mètre carré en une seconde, et s'exprime en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

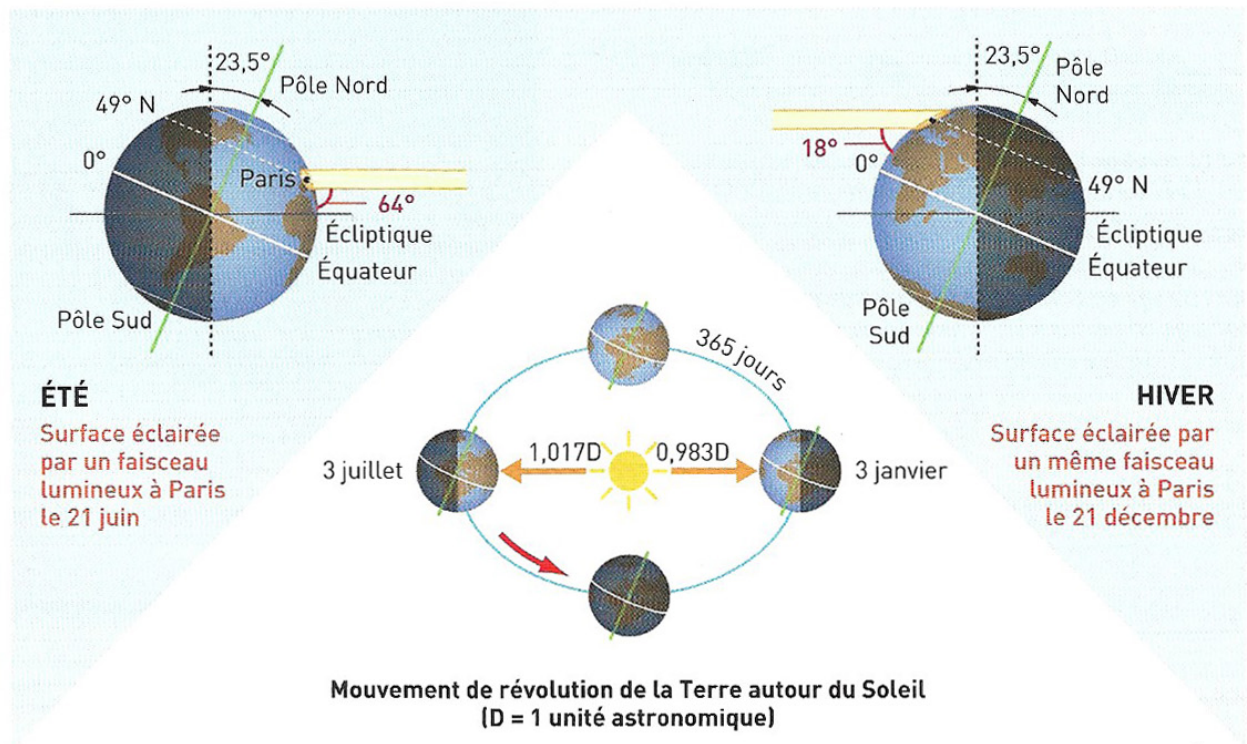
III. Variation de l'ensoleillement terrestre au cours du temps

Une grande partie de la population pense que les saisons sont dues à la variation de la distance Terre-Soleil. Or l'orbite de la Terre autour du Soleil est assez proche d'un cercle. Par ailleurs, cette hypothèse est incompatible avec le fait que les saisons soient « inversées » entre l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud.

Comment peut-on expliquer les variations de température au cours de l'année et de la journée ?

Doc. 1 Mouvement de révolution de la Terre autour du Soleil

► Pour comprendre le phénomène de saisons, il est nécessaire de prendre en compte l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre. Cet axe est incliné de $23,5^\circ$ par rapport à la perpendiculaire au plan orbital de la Terre (l'écliptique). Lors de la révolution de la Terre autour du Soleil, cet axe reste parallèle à lui-même.



► Ainsi, un faisceau lumineux arrivant sur Paris se répartit sur une plus grande surface lors du solstice d'hiver que lors du solstice d'été. La situation serait inversée dans l'hémisphère sud.

Doc. 2 Variation de la durée de la journée au cours de l'année

► Au cours de l'année, les durées du jour et de la nuit varient.

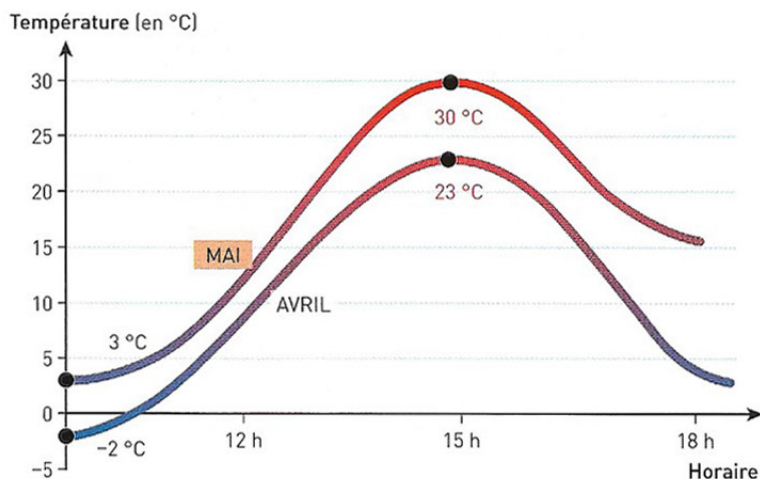
Dans l'hémisphère Nord, le 20 ou 21 juin correspond au solstice d'été : c'est le jour le plus long, et la nuit la plus courte. Le Soleil nous réchauffe donc plus longtemps cette journée-là !

La durée du jour diminue ensuite pour atteindre son minimum le 21 ou 22 décembre, puis croît à nouveau.

Date	Durée du jour à Paris
22 décembre 2019	8 heures 14 minutes
20 mars 2020	12 heures
20 juin 2020	16 heures 10 minutes

Doc. 3 Variation de la température au cours de la journée

► Quels que soient la date et le lieu, au cours de la journée, on observe en moyenne une augmentation de la température jusque vers midi (heure solaire locale), puis une diminution de la température. Dans une journée, la température maximale correspond approximativement au moment où le Soleil est le plus haut dans le ciel.

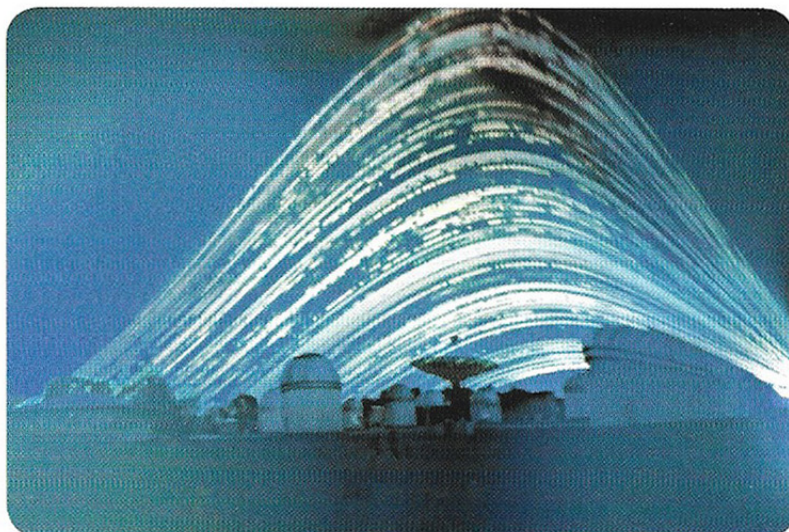


Évolution de la température moyenne en fonction de l'heure légale (2 h d'avance sur le Soleil) à Mont-de-Marsan

Doc. 4 La course du Soleil dans le ciel

► Chaque jour, nous voyons le Soleil se lever vers l'est, monter dans le ciel jusque vers midi heure solaire, puis redescendre pour se coucher vers l'ouest. En perçant un petit trou dans une boîte renfermant un film photographique et en le laissant à l'air libre pendant plusieurs jours, on obtient une image de cette course qu'effectue le Soleil chaque journée dans le ciel : un solargraphe.

On remarque que la courbe que décrit le Soleil au-dessus de l'horizon est au plus bas au solstice d'hiver, et au plus haut au solstice d'été.



Solargraphe relevé entre le solstice d'été et le solstice d'hiver en 2011, au nord de Londres. Les pointillés sombres traduisent un ciel couvert.

Questions :

1 Comparer qualitativement la puissance solaire reçue par mètre carré à Paris lors du solstice d'hiver et lors du solstice d'été (doc. 1).

2 Représenter approximativement les faisceaux lumineux arrivant à Dunedin (Nouvelle-Zélande), de latitude 46° sud, le 21 juin et le 21 décembre (doc. 1).

3 Indiquer la saison à Paris et Dunedin lorsque la Terre est à sa position la plus proche du Soleil.

Même question lorsque la Terre est à sa position la plus éloignée (doc. 1).

4 Expliquer comment varient les durées du jour et de la nuit au cours de l'année à Paris, et comment ces variations influent sur la température moyenne (docs. 1 et 2).

5 Schématiser (sans souci de précision) les faisceaux lumineux arrivant à 8 h du matin et à midi (heure solaire) en France métropolitaine sur la surface terrestre. En déduire une relation entre la hauteur du Soleil et la température mesurée (docs. 3 et 4).

Synthèse Expliquer comment l'ensoleillement influence la température mesurée sur Terre, au cours de la journée et au cours de l'année.

Vocabulaire

Solstice Le solstice d'été correspond à la date pour laquelle la durée du jour est maximale (20/21 juin), tandis que le solstice d'hiver est la date à laquelle la durée du jour est minimale (21/22 décembre dans l'hémisphère nord).

Annexe : Liens vidéo pour l'activité 3 du chapitre 4

Puissance surfacique reçue par la Terre de la part du Soleil :

<https://www.youtube.com/watch?v=mVP79JHPEQI>

<https://www.youtube.com/watch?v=2XsepWxqsMo>

<https://www.youtube.com/watch?v=X9AEHEM15LY>

<https://www.youtube.com/watch?v=Kzjoaeee1IU>

Puissance surfacique et répartition à la surface de la Terre - Saisons :

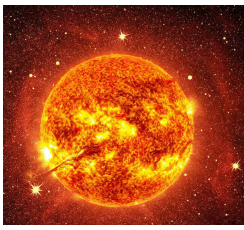
https://www.youtube.com/watch?v=OKu_Rr-5z0A

<https://www.youtube.com/watch?v=Ps1UPv4ETRk>

<https://www.youtube.com/watch?v=rfmKxnl8FY>

C'est pas sorcier – Du solaire au pays de l'or noir :

<https://www.youtube.com/watch?v=imS7tbWiFRA>



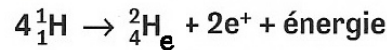
THÈME 2 : LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

CH 4 : LE RAYONNEMENT SOLAIRE

SYNTHÈSE

1. Le carburant du Soleil > UNITÉ 1

► Une étoile se forme à partir de l'effondrement gravitationnel de gaz et de poussière. Lorsque sa masse est suffisante, une réaction de fusion de l'hydrogène s'amorce :



► La masse des produits de cette réaction est plus petite que la masse des réactifs : la perte de masse est l'énergie libérée, selon l'équivalence masse-énergie d'Einstein :

$$E = mc^2$$

avec m : la masse perdue (en kg) ;

c : vitesse de la lumière dans le vide ($c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

► L'énergie libérée par le Soleil provient de la perte de masse de celui-ci.

► La **puissance** libérée par le Soleil s'exprime en fonction de la quantité d'énergie libérée E pendant la durée Δt :

$$P_{\text{moyenne}} = \frac{E}{\Delta t}$$

2. La température du Soleil > UNITÉ 2

► Tout corps porté à une certaine température émet des ondes électromagnétiques : c'est le **spectre de rayonnement électromagnétique**. Lorsque la longueur d'onde de ce spectre est comprise entre 400 et 700 nm, il s'agit de lumière visible.

► Un **corps noir** désigne un objet qui absorbe parfaitement toute la lumière qu'il reçoit. La longueur d'onde du maximum de rayonnement λ_{max} d'un corps noir est donnée par la **loi de Wien** :

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2,8989 \cdot 10^{-3}}{T}$$

avec T : température absolue de la surface du corps, en kelvin (K).

Rappel

$$T \text{ (en K)} = T \text{ (en } ^\circ\text{C)} + 273,15$$

► La couleur de ce maximum de rayonnement ne correspond pas à la couleur apparente de l'ensemble du rayonnement.

3. L'ensoleillement terrestre > UNITÉ 3

► L'éclairement reçu au sol dépend de la hauteur apparente du Soleil dans le ciel.

► Cette dernière dépend de :

- l'heure : l'ensoleillement est maximal à midi heure solaire
- la latitude : plus elle est élevée, c'est-à-dire plus on est proche des pôles, plus l'ensoleillement est faible
- la saison : dans l'hémisphère nord, l'ensoleillement est plus important l'été.

► La température moyenne reflète l'éclairement, mais pas uniquement.

LE RAYONNEMENT DU SOLEIL

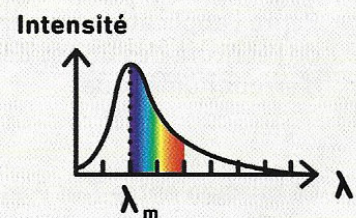
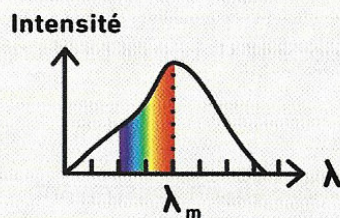
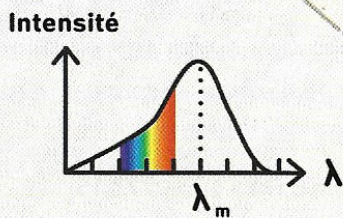
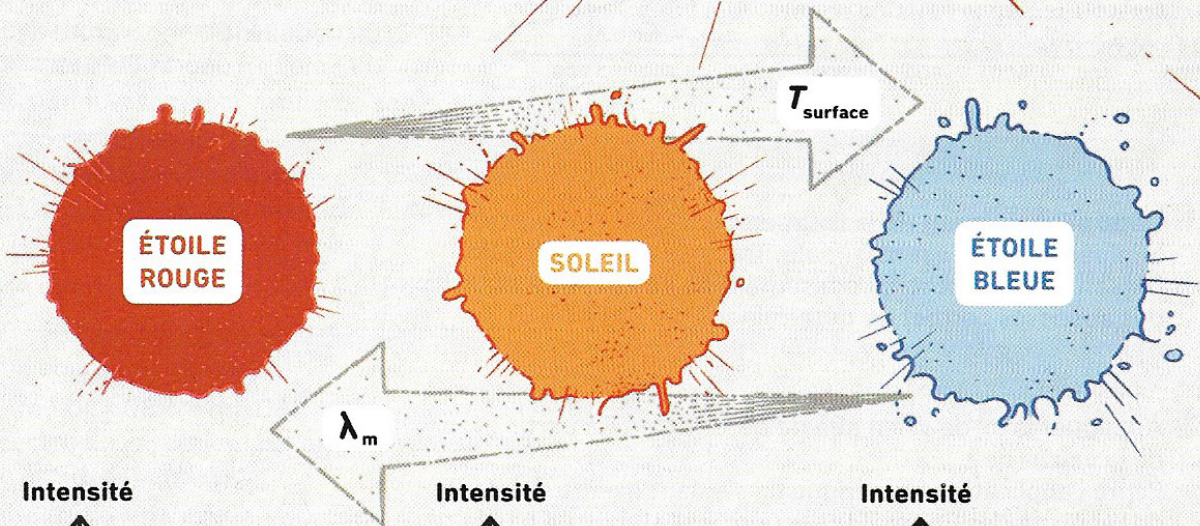
RÉACTIONS DE FUSION

$$\mathcal{E} = \Delta m \times c^2$$

Libération
d'énergie

Diminution
de la masse

15 MK
CONSTANTE



LA PUISSANCE REÇUE
PAR UNITÉ DE SURFACE
DIMINUE SI α AUGMENTE

