

Le corps noir

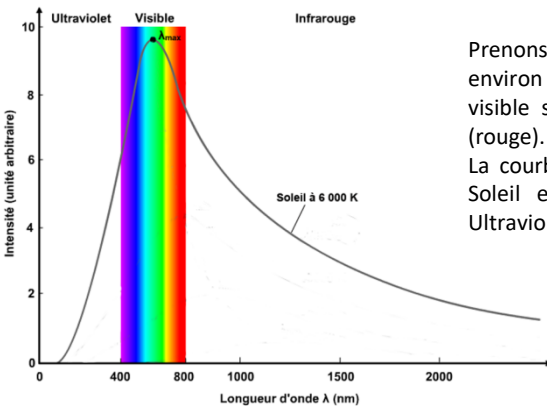
Le corps noir est un concept théorique idéal dont la représentation est une enceinte fermée dont le rayonnement interne ne dépend que de la température.

Le modèle de corps noir est un four maintenu à une certaine température, percé d'un minuscule trou permettant d'y introduire un capteur capable de mesurer le spectre électromagnétique intérieur.

Ce modèle, introduit par Gustave Kirchhoff en 1862, a conduit Max Planck à émettre l'idée de quantification, l'une des bases de la mécanique quantique. Ce n'est pas rien !

Une étoile émet comme un corps noir.

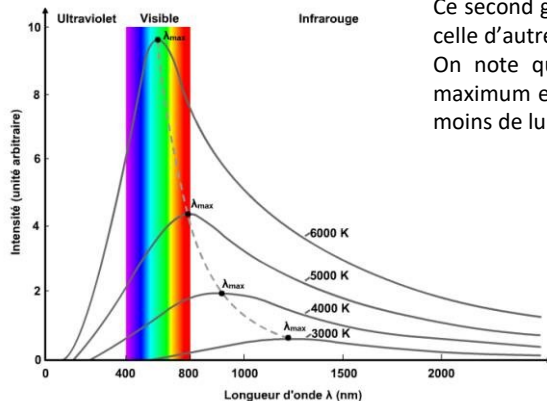
Comment émet un corps noir placé à une température donnée ?



Prenons l'exemple du Soleil dont la surface est à environ 6 000 K. Les longueurs d'ondes du spectre visible s'étalent entre 400 nm (violet) et 750 nm (rouge).

La courbe noire donne l'intensité de l'émission du Soleil en fonction de la longueur d'onde : en Ultraviolet, en visible et en Infrarouge.

On note que le maximum d'émission du Soleil est dans le vert (≈ 500 nm). Il émet moins dans les autres longueurs d'ondes.



Ce second graphique complète l'émission du Soleil avec celle d'autres étoiles plus froides, entre 3 000 et 5 000 K. On note que plus la température est basse, plus le maximum est bas : ces étoiles moins chaudes émettent moins de lumière.

D'autre part, ce maximum d'émission est situé vers les plus grandes longueurs d'ondes. Les étoiles froides sont rouges et peu lumineuses.

Les étoiles plus chaudes émettent plus vers les courtes longueurs d'ondes. Leur maximum est plus élevé. Les étoiles chaudes sont bleues et très lumineuses.

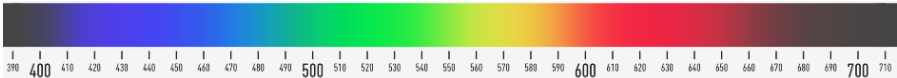
L'équation des courbes du rayonnement du corps noir a été établie en 1900 par le physicien allemand **Max Planck** (1858-1947). Elle traduit la répartition de l'énergie électromagnétique rayonnée par le corps noir (l'étoile) en fonction de la longueur d'onde. C'est la **loi de Planck**.

Wilhem Wien (1864-1928) a de son côté déterminé la longueur d'onde correspondant au maximum d'émission du corps noir. Elle est donnée par la simple relation :

$$\lambda_{max} = \frac{0,0029}{T} \quad \text{ou} \quad \lambda_{max} \text{ est la longueur d'onde au maximum exprimée en mètres}$$

T est la température exprimée en Kelvins

Le Soleil, dont la surface est à la température moyenne de 5 780 K, possède après calcul, un maximum d'émission à 502 nm, dans le vert. Cette longueur d'onde est aussi celle du maximum de sensibilité de notre œil. Ce n'est pas un hasard. L'évolution s'est adaptée.



Mais alors, pourquoi le Soleil est-il vu jaune s'il émet majoritairement dans le vert ?

Pour deux raisons : 1 - notre atmosphère diffuse préférentiellement le bleu, ce qui fait que le ciel nous apparaît de cette couleur. Ce bleu est donc déficitaire dans la lumière reçue du Soleil, et le mélange des couleurs perçue est décalé vers le jaune.

2 - en examinant le spectre du Soleil, on note qu'il émet plus de rouge que de bleu, ce qui décale une nouvelle fois sa couleur perçue vers le jaune.

La loi de Stefan

La puissance totale rayonnée par une étoile (L) est l'aire – zone grise ci-dessous – comprise entre la courbe de la loi de Planck et l'axe des abscisses.

Cette puissance L est aussi donnée par la loi de Stefan :

$$L = \sigma \cdot S \cdot T^4 \quad \text{ou} \quad \sigma \text{ est la constante de Stefan}$$

S la surface d'émission
 T la température de surface en Kelvins

On remarque que L est proportionnel à la surface de l'étoile (donc au carré de son rayon), et proportionnelle à la puissance quatrième de sa température.

Si deux étoiles A et B ont la même surface, et A est deux fois plus chaude que B, A aura une luminosité 16 fois plus grande !

