

*J'voudrais travailler encore - travailler encore
Forger l'acier rouge avec mes mains d'or
Travailler encore - travailler encore
Acier rouge et mains d'or
B. Lavilliers Les Mains d'Or*

Corps Noir



lave Piton Fournaise

Objectif : exploiter le spectre continu du corps noir

Mots Clés : température, longueur d'onde, loi de Planck, loi de Stefan, loi de Wien, spectre continu

C'est un même phénomène physique qui explique la couleur des braises du feu de camp, de la vitrocéramique de la plaque chauffante, de la lave du Piton de la Fournaise ou des étoiles de la Galaxie : le rayonnement du corps noir.

Définition du corps noir :

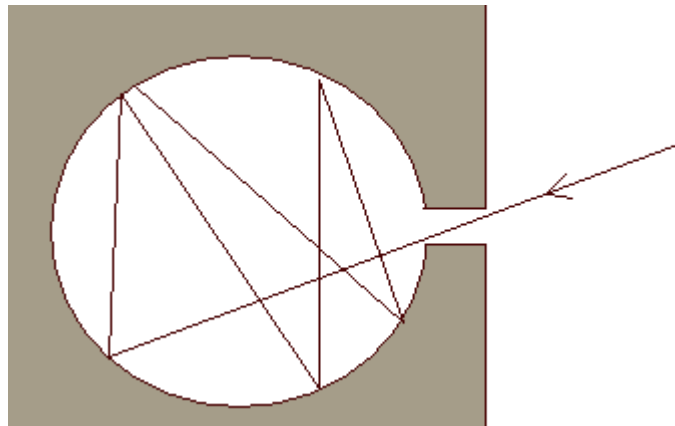
Un morceau de carbone constitue une première approximation du corps noir.

Sa couleur noire indique qu'il absorbe (presque) toutes les longueurs d'onde de la lumière qu'il reçoit.

Aucune longueur d'onde (visible) de la lumière blanche qu'il reçoit n'est rediffusée et le corps nous apparaît **noir**.


Mais est-on sûr qu'aucune longueur d'onde même une fraction ne soit rediffusée?

Pour être sûr d'avoir un corps noir parfait, on l'imagine ainsi : c'est une cavité percée dans un matériau absorbant et ne communiquant avec l'extérieur que par un orifice très petit.



Tout rayon lumineux pénétrant par l'orifice subit des réflexions et absorptions successives et ne ressort pas : aucune lumière ne sort du trou qui de l'extérieur apparaît comme un orifice parfaitement noir.



 Parmi les objets proposés sur la table, lequel se rapproche de ce corps noir parfait?

Comme dans un four : lorsqu'on regarde l'intérieur suffisamment d'un four **froid** suffisamment profond, il nous apparaît...**noir**.



Tout change lorsqu'on élève la température du four, la cavité (le corps noir) se met à rayonner.

☞ En supposant la température croissante de gauche à droite, classer dans l'ordre convenable, les couleurs prises par l'ouverture d'un four :
rouge sombre, noir, vermillon, orange, blanc, rouge sang

Vermillon : Rouge vif pouvant tirer franchement sur l'orangé.

Répartition (luminance) spectrale

La formule de Planck :

$$L_{\lambda} = \frac{1,19 * 10^{-16}}{\lambda^5} * \frac{1}{e^{\frac{1,438 * 10^{-2}}{\lambda T}} - 1}$$

donne la luminance spectrale en fonction de la longueur d'onde λ et de la température T.

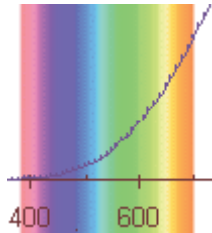


Utiliser le fichier planck.xls pour observer l'influence de la température du corps noir sur la luminance spectrale.

Faire varier la température dans la cellule dont le fond est rouge : 6000 ou 3000 K.

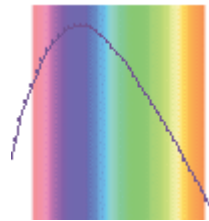
Observer la modification de la répartition spectrale.

Interprétation:

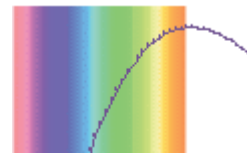


La température est de 2000K. La répartition spectrale montre que la luminance est voisine de zéro pour le violet et le bleu : il n'y a pas de bleu. La luminance est maximale pour le rouge. La lumière émise par le corps noir est rouge (sombre).

La température est de 6000K. La répartition spectrale montre que la luminance est maximale dans le bleu et le violet, plus faible dans le rouge (mais non nulle). La lumière est un blanc (toutes les longueurs d'onde visibles sont présentes) riche en bleu : blanc bleuté.



☞ Quelle est la température qui donne un maximum pour la couleur rouge?

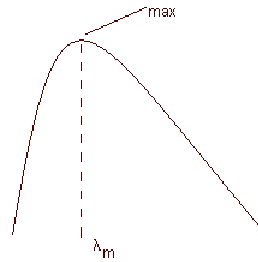


Loi de Wien :

La luminance spectrale passe par un maximum.


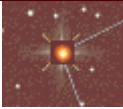



La longueur d'onde correspondant à ce maximum λ_m est donné par la loi de Wien.

$$\lambda_m T = 2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$$

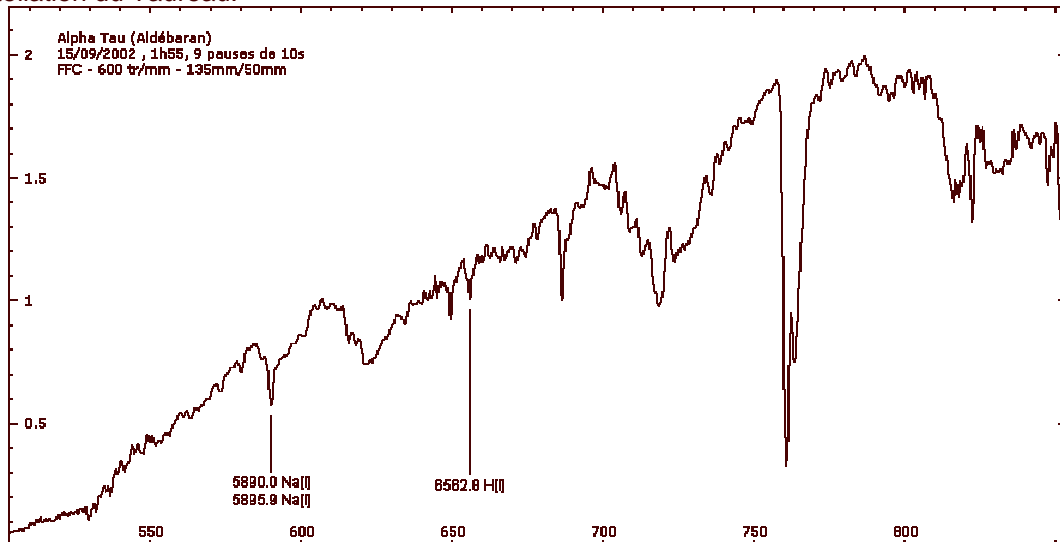


☞ Quelle est la température correspondant à la couleur rouge de longueur d'onde 700nm?

☞ Compléter le tableau suivant :

	Lave du Piton de la Fournaise	Bételgeuse Constellation d'Orion	Fer à repasser	Surface de la Planète Terre	Rigel Constellation d'Orion	Soleil
						
Température (K)	1500					
Température (°C)		3100	300	25	12000	
λ_m (nm)						470
Visible /UV /IR						Visible

L'image ci dessous représente la répartition spectrale pour l'étoile Aldébaran de la Constellation du Taureau.



☞ En déduire la couleur d'Aldébaran et sa température de surface.

Sur Terre, le dioxyde de carbone et le méthane sont des gaz responsables de l'effet de serre (réchauffement de la planète).

Le tableau ci dessous donne un extrait des propriétés des gaz à effet de serre


gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Abondance dans l'atmosphère	de l'ordre de 1%	faible	rare
Pouvoir relatif d'absorption du rayonnement INFRAROUGE (par unité de volume, ramené à celui du CO ₂)	1	32	160
Contribution à l'intensification de l'effet de serre	élevée	faible	très faible

 Pourquoi n'est il question que du rayonnement infrarouge dans ce tableau?

Loi de Stefan :

La puissance rayonnée par unité de surface, toutes longueurs d'onde confondues est :

$$M = 5,67 * 10^{-8} * T^4$$

 En utilisant les données du tableau de la page précédente, prouver que si le Soleil est seulement 20 fois plus chaud que la Terre, sa puissance rayonnée par unité de surface est 160000 fois plus grande.

 Les habitants d'une planète extrasolaire peuvent ils nous voir?

Matériel : morceau de charbon de bois, une boule de Noël dont l'intérieur est noirci, une plaque chauffante en vitrocéramique, un bec électrique, une ampoule à incandescence et son alimentation variable, un ordinateur avec Excel, une photographie de la Constellation d'Orion.