

Thème du programme : **Observer – couleurs et images**

Sous-thème : **Sources de lumière colorée**

Loi de Wien et évolution stellaire

Type d'activité : Activité documentaire

Conditions de mise en œuvre : (découverte, durée indicative : 30 min, A travers l'histoire de l'étude du rayonnement du corps noir par Stefan, Wien et Planck, nous introduirons la loi de Wien que nous appliquerons ensuite à l'étude de l'évolution stellaire.)

Pré-requis :

- Connaître les différents domaines du spectre électromagnétique.
- Connaître la quantification des niveaux d'énergie de la matière.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPETENCES ATTENDUES
Couleur des corps chauffés. Loi de Wien.	Exploiter la loi de Wien, son expression étant donnée.

Compétences transversales : (préambule du programme et socle commun)

- Rechercher, extraire, organiser des informations utiles.
- Raisonner, argumenter, démontrer.
- Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus, communiquer à l'aide d'un langage adapté.
- Histoire des Sciences

Mots clés de recherche : loi de Wien, spectre, ondes électromagnétiques, longueur d'onde, rayonnements, étoiles

Provenance : Académie de Strasbourg

Adresse du site académique : <http://www.ac-strasbourg.fr/disciplines/physchim>

Le rayonnement du corps noir

Lorsqu'on s'intéresse au rayonnement émis par un corps, il faut étudier sa composition chimique, sa température, sa pression, et tout autre donnée physico-chimique définissant l'objet. Dans le cas théorique d'un objet parfaitement opaque, dont la température ne varie pas et parfaitement isolé, son rayonnement électromagnétique pourra être déterminé en connaissant seulement sa température. Josef Stephan, Wilhelm Wien et Max Planck ont déterminé trois lois associées à ce rayonnement de corps noir.



Max Planck (1858 – 1947)

Max Planck était un physicien allemand connu pour ses travaux en mécanique quantique, pour lesquels il obtiendra le prix nobel de Physique en 1918.

Après avoir étudié la thermodynamique, il s'intéresse au rayonnement du corps noir. Influencé par Boltzmann, il va établir une loi de répartition de l'énergie du rayonnement en fonction de la longueur d'onde (1900). Cette loi a pour avantage d'unifier les travaux de Rayleigh/Jeans et ceux de Wien.



Wilhelm Wien (1864 – 1928)

Whilelm Wien était un physicien allemand, célèbre pour ses travaux sur les lois du rayonnement et de la chaleur. En 1893, il découvre que la distribution des spectres du corps noirs passent par un maximum. Il observe que la longueur d'onde de ce maximum est inversement proportionnelle à sa température, c'est la fameuse loi de Wien. Il obtiendra le prix nobel de Physique en 1911 pour ses travaux.



Josef Stephan (1835 – 1893)

Josef Stephan était un physicien slovène connu pour son étude du rayonnement du corps noir. En 1879 il publie un article où il énonce une loi (appelée loi de Stephan-Boltzmann), qui relie l'énergie du rayonnement par unité de surface et la température, mais ce n'est que plusieurs années après que cette loi fut démontré théoriquement par Ludwig Boltzmann, l'élève de J. Stephan. Cette loi aura un impact important en astrophysique, notamment dans l'étude des étoiles, notamment le Soleil puisque Stefan en déterminera la température de surface (5430 °C).

1. Qu'est-ce qu'un corps noir ? En vous aidant des textes précédents, établir le cheminement qui a abouti à la loi de Planck sur le rayonnement du corps noir.

La loi de Wien

En étudiant le rayonnement de corps de nombreux objets à différentes températures, Wilhelm Wien a remarqué que la longueur d'onde correspondante au maximum de rayonnement était inversement proportionnelle à la température du corps noir. D'où la célèbre loi de Wien :

$$\lambda_{\max} = \frac{\sigma_w}{T}$$

Où σ_w est une constante égale à $2,898.10^{-3} \text{ m.K}$

2. En appliquant la loi de Wien aux objets suivants, calculer la longueur d'one maximale λ_{\max} et déterminer le domaine spectral correspondant. Compléter le tableau.

Objet	Température T (°K)	Longueur d'onde λ_{\max} (m)	Domaine spectral
<i>Etoile de type O</i>	50000		
<i>Soleil</i>	6000		
<i>Terre</i>	300		
<i>Nuage moléculaire</i>	20		
<i>Fond cosmologique</i>	3		

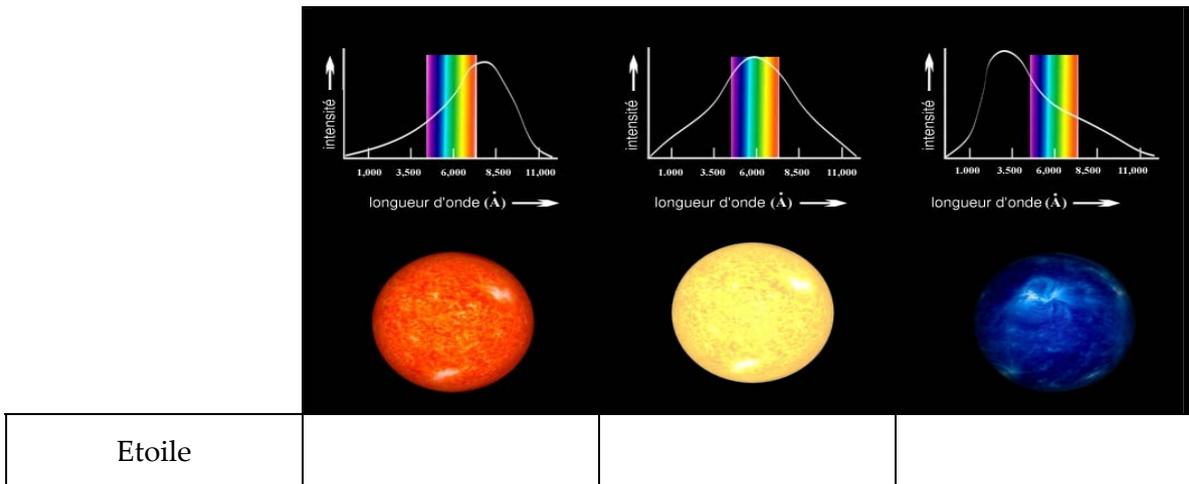
Qu'en est-il du corps humain ?

Evolution stellaire

3. Compléter le tableau suivant illustrant la classification spectrale des étoiles en calculant la longueur d'one maximale λ_{\max} .

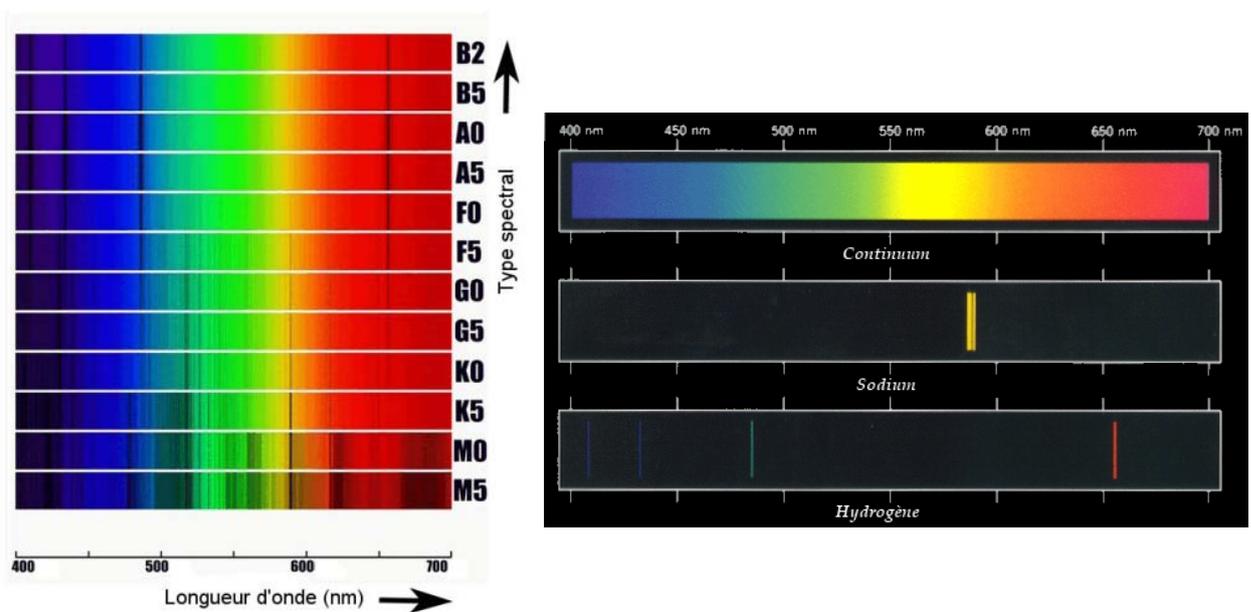
							
	Classe O	Classe B	Classe A	Classe F	Classe G	Classe K	Classe M
<i>Etoile</i>	<i>Lambda Orionis</i>	<i>Rigel</i>	<i>Sirius</i>	<i>Procyon</i>	<i>Soleil</i>	<i>Arcturus</i>	<i>Antarès</i>
<i>T (°K)</i>	30000	20000	10000	7000	5500	4000	2500
<i>λ_{\max} (nm)</i>							

En vous aidant du tableau précédent retrouver à quelle étoile correspond les spectres ci-dessous :



4. Si on observe le spectre d'une étoile, de nombreuses raies d'absorption apparaissent. En fonction du type spectral de l'étoile le spectre sera différent. Cependant certaines raies apparaissent dans le spectre de nombreuses étoiles de types spectraux différents.

En vous aidant des spectres d'émission de l'Hydrogène et du sodium donnés ci-dessous, retrouver les raies de Balmer de l'Hydrogène et le doublet du Sodium dans les différents spectres stellaires.



5. Les étoiles de type O sont des étoiles jeunes et très chaudes, contrairement aux étoiles de type M, vieilles et froides. Sachant que les étoiles naissent dans des nuages d'hydrogène (moléculaire) et d'Hélium, et qu'elles vont synthétiser un grand nombre d'éléments au cours de leur vie, expliquer les différences des spectres des étoiles O et K.