

Nom :	<u>lumière d'étoiles</u> 	T.P n°18
Prénom :		
	Quelles informations peut-on obtenir de la lumière provenant des étoiles ?	Classe

Objectifs :

Objectifs :

- Comprendre et utiliser l'analyse spectrale pour mieux connaître la matière, et obtenir des informations sur la température et la composition chimique des étoiles).
Pour cela, on étudiera le spectre du soleil
- Déterminer les longueurs d'onde de certaines raies d'absorption dans une partie du spectre du Soleil.
- Identifier les entités chimiques présentes dans la chromosphère, enveloppe gazeuse entourant le Soleil.
- Voir l'influence de la température sur la composition de la lumière émise.

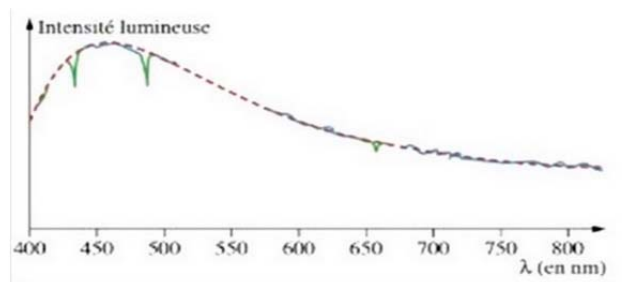
Applications à l'astrophysique : Que nous apprend la lumière venant des étoiles ?

La lumière émise par une étoile peut être analysée pour obtenir son spectre et/ou son profil spectral.

Le profil spectral d'une étoile est la courbe représentant l'intensité lumineuse des radiations émises en fonction de la longueur d'onde de ces radiations

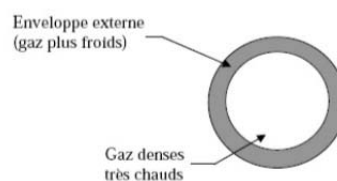
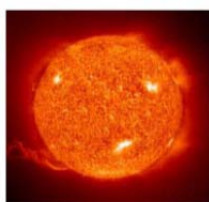
Les entités chimiques dans l'atmosphère de l'étoile absorbent certaines radiations et cela se traduit par des raies sombres dans les spectres d'absorption et donc des minima d'intensité lumineuse dans le profil spectral, ce qui permet d'identifier les entités chimiques.

Exemple



1. Spectre de la lumière solaire :

Dès 1814, le physicien allemand Fraunhofer remarque la présence de raies noires dans le spectre du Soleil.



A partir de ce spectre, peut-on connaître la température de surface de notre astre lumineux ?

Pourquoi des raies sombres existent-elles dans le spectre du soleil (ainsi que dans les spectres des étoiles) ?

Quels renseignements peuvent nous fournir les raies sombres observées dans le spectre obtenu ?

Kirchhoff mesure la longueur d'onde de plusieurs milliers de ces raies et montre qu'elles coïncident avec celles émises par diverses entités chimiques : hydrogène, calcium, cuivre, fer, zinc, ... Il publie, en 1861, le premier atlas du système solaire.

Le document ci-joint, en annexe, représente :

- Un extrait du spectre visible du Soleil comportant des raies repérées par un numéro.
- Un extrait du spectre de l'argon obtenu avec le même spectroscopie que celui utilisé pour le spectre précédent. Les raies obtenues vont servir de référence pour la longueur d'onde.

1.1 Etude du spectre de l'argon :

- a. De quel type de spectre s'agit-il ?
- b. Mesurer les distances L , en mm, entre les raies d'émission et la raie d'émission de 390 nm qui sert de référence. Compléter le tableau suivant et calculer le rapport $\frac{(\lambda - 390)}{L}$ pour chaque longueur d'onde :

Longueur d'onde λ en nm	404	430	451	470	519	545
Distance L en mm						
$\frac{(\lambda - 390)}{L}$						

- c. Calculer la valeur moyenne du rapport obtenu pour chaque longueur d'onde. Cette valeur moyenne est notée « e » et correspond à l'échelle du spectroscopie.

1.2 Etude du spectre du Soleil :

- a. De quel type de spectre s'agit-il ? Justifier.
- b. Pourquoi obtient-on ce type de spectre.
- c. Sur le document, mesurer les distances L' , en mm, entre la raie d'émission de 390 nm et les différentes raies d'absorption du spectre du Soleil. Remplir la ligne correspondante dans le tableau.
- d. Sachant que $e = \frac{(\lambda - 390)}{L} = \frac{(\lambda' - 390)}{L'}$, exprimer λ' en fonction de L' et e .
- e. Compléter le tableau en calculant λ' pour chaque raie.
- f. En vous aidant du tableau fourni avec les spectres, identifier les entités chimiques présentes dans l'atmosphère du Soleil.

N° raie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
L' (mm)															
λ' (nm)															
Entité chimique															

Remarque : les raies de l'hydrogène sont toutes présentes dans le spectre.

g. Que représentent les raies noires dans le spectre du Soleil de Fraunhofer ?

h. Quel est l'intérêt des travaux de Fraunhofer et de Kirchhoff ?

2. Température du Soleil et type spectral :

a. Comment évolue le spectre d'émission d'un corps au fur et à mesure que sa température augmente ?

b. La loi de Wien permet de retrouver la température T d'un corps si on connaît la longueur d'onde λ_m de la radiation la plus présente dans le spectre.

Loi de Wien : $\lambda_m \times T = 2900$ avec λ_m en μm et T en kelvin (K)

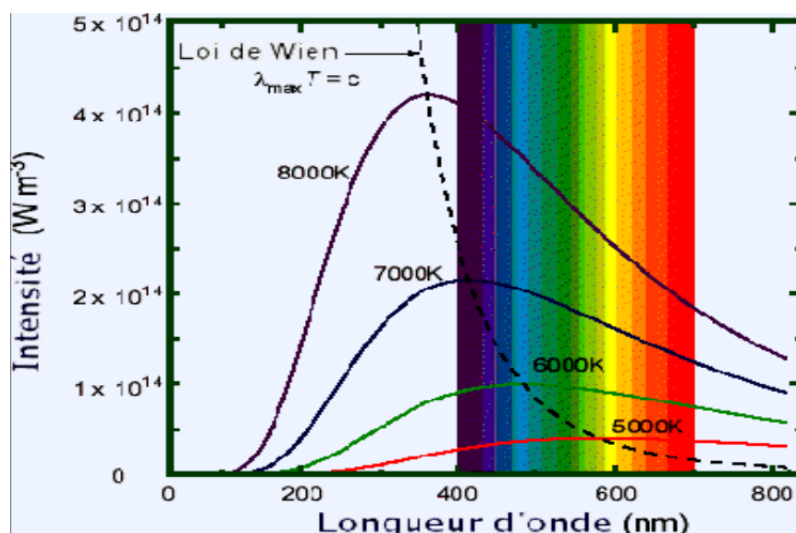
(N.B : relation entre la température T en Kelvin et la température θ en degré Celcius : $T = \theta + 273$)

Pour le Soleil, le maximum d'intensité lumineuse se produit pour une radiation de longueur d'onde $\lambda_m = 480 \text{ nm}$. Déterminer alors la température T de la surface du Soleil en K, puis en $^{\circ}\text{C}$.

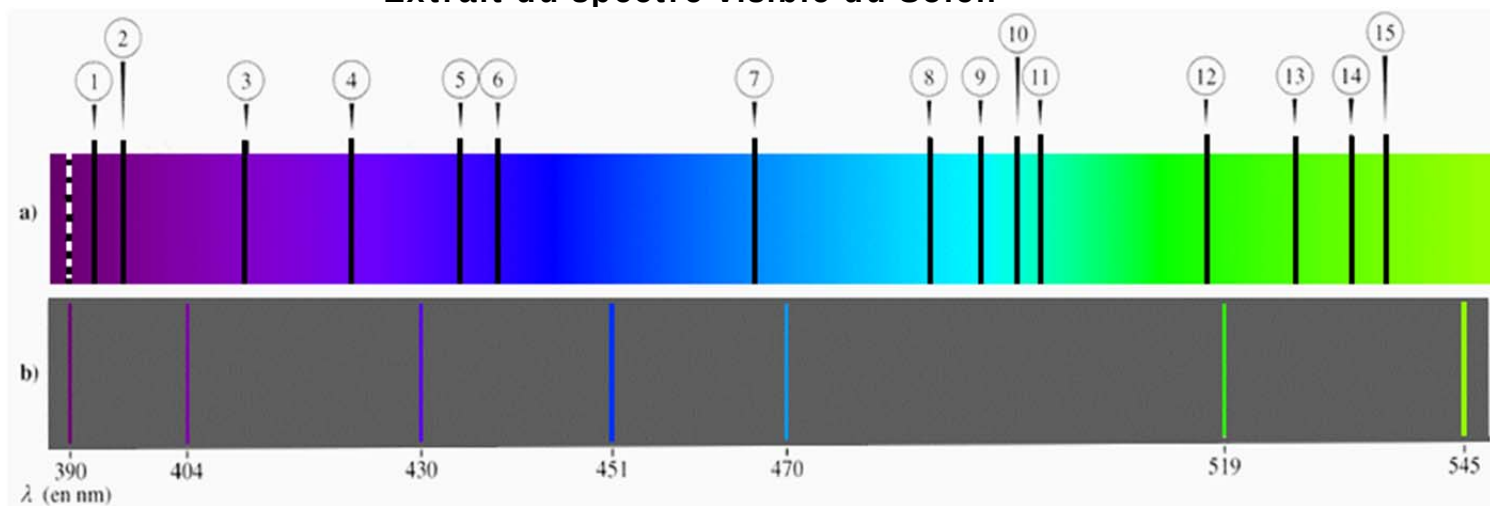
c. Toute étoile peut être classée suivant son type spectral qui tient compte notamment de la composition et de la température de l'étoile.

En utilisant le tableau simplifié suivant et les résultats que vous avez obtenus précédemment, déterminer le type spectral auquel appartient le Soleil.

T en K	3500	5000	6000	7500	11000	25000	50 000
Couleur	Rouge orangée	Jaune orangée	Jaune	Jaune	Blanche	Bleue	Bleu
Classe spectrale	M	K	G	F	A	B	O
Principales raies	Ca, Ca^{2+} , TiO	Métaux	Ca, H, Fe, Ti, He	H, métaux	H, Ca^{2+}	H, He, Mg^{+}	H, He, He^{+}



Extrait du spectre visible du Soleil



a) Spectre d'absorption de la chromosphère du Soleil.

b) Spectre d'émission de l'argon.

Élément chimique	Longueurs d'onde λ en nm de certaines raies caractéristiques						
H	410,3	434,2	484,1	556,3			
Na	589,0	589,6					
Mg	470,3	516,7					
Ca	396,8	422,7	458,2	526,2	527,0		
Fe	438,3	489,1	491,9	495,7	532,8	537,1	539,7
Ti	466,8	469,1	498,2				
Mn	403,6						
Ni	508,0						