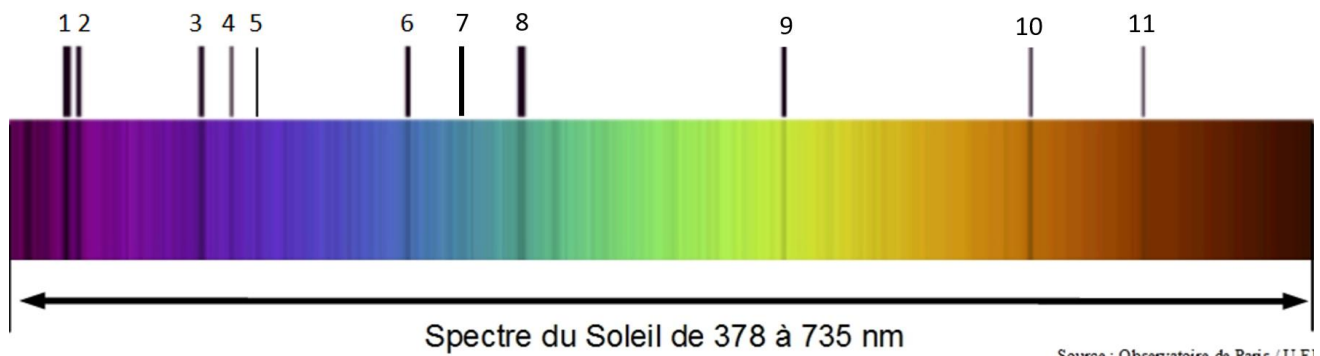


## TP n°13 : Température du Soleil et composition de la chromosphère

Votre travail est de déterminer la température de surface du Soleil et la composition de sa chromosphère à partir de l'image de son spectre.

Spectre du Soleil :



### Partie 1 : détermination de la température de surface du soleil

#### Document 1 : Loi de Wien

Le spectre continu du rayonnement thermique émis par un corps dense chauffé à la température  $T$  (comme la surface d'une étoile ou le filament d'une lampe) a une radiation d'intensité maximale pour une longueur d'onde  $\lambda_m$  :

$$\lambda_m = 2,9 \times 10^{-3} \times \frac{1}{T}$$

où  $T$  est la température absolue exprimée en Kelvin

$\lambda_m$  la longueur d'onde de la radiation d'intensité maximale exprimée en mètre

#### Document 2 : échelles de température Kelvin


Relation entre l'échelle de température Kelvin ( $T$ ) et l'échelle de température Celsius ( $\Theta$ ) :

$$T = \Theta + 273$$

#### Document 3 : Logiciel SalsaJ

Le logiciel SalsaJ permet de connaître l'évolution de l'intensité lumineuse des pixels le long d'une droite tracée sur l'image appelée « coupe ».

Le protocole d'utilisation du logiciel est le suivant :

- Ouvrir le logiciel de traitement d'image SalsaJ dans le répertoire « Physique » sur le bureau de l'ordinateur.
- Ouvrir l'image à analyser (Spectre Soleil dans le répertoire classe)
- Cliquer sur l'outil de *sélection rectiligne*  ; en effectuant un cliquer-glisser, tracer un trait horizontal avec précision du bord gauche du spectre au bord droit.
- Choisir « Analyse » puis « Indiquer l'échelle », cocher la case « Global » et compléter « distance réelle » en indiquant la longueur du spectre en nm. Choisir nm pour « unité ».  
(Cette étape permet de définir la correspondance entre pixels et nanomètre).
- En choisissant l'outil « coupe » dans le menu « analyse », on fait apparaître l'intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde

1. A partir du graphe présentant l'intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde obtenu avec SalsaJ, déterminer  $\lambda_{\max}$ , la longueur d'onde de la lumière dont l'intensité est maximale.

On relève  $\lambda_{\max} = 580 \text{ nm}$

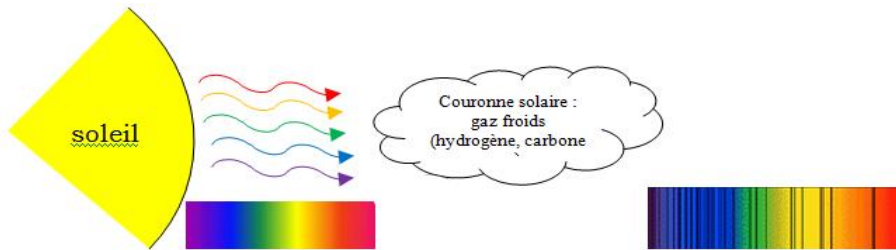
2. En déduire la température de surface du Soleil en Kelvin, puis en degré Celsius.

$$T = \frac{2,9 \times 10^{-3}}{\lambda_{\max}} \quad \text{A.N.} \quad T = 5000 \text{ K}$$

## Partie 2 : détermination de la composition de la chromosphère du soleil

Document 4 :

Dans le cas d'une étoile, la lumière émise par les réactions thermonucléaires qui règnent dans son cœur doit pour nous parvenir traverser l'atmosphère de l'étoile. Les atomes de cette atmosphère gazeuse très diluée et à faible pression absorbent des photons. Apparaissent alors les raies d'absorption dans le spectre de la lumière solaire. Ainsi un astronome peut "lire" un spectre stellaire et déterminer précisément les éléments composant les zones superficielles de l'étoile.



Document 5 : Longueurs d'ondes des raies les plus intenses de quelques éléments chimiques

Élément chimique	Longueur d'onde en nm					
H	389	397	410	434	486	656
He	447	501	587			
Na	590	590				
Mg	470	518				
Ca	393	397	431	617		
F	822					
Fe	390	405	424	425	426	427
Mn	404	403	402			
Eu	535					
O <sub>2</sub>	687					

1. Déterminer les longueurs d'onde des raies d'absorption dans le spectre solaire.

Remarque importante : le bord gauche du spectre ne correspond pas à 0 nm mais à 378 nm !

Raie n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x (nm)	15	18	52	60	67	109	125	140	212	280	310
$\lambda$ (nm)	393	396	430	438	445	487	503	518	590	658	688

2. Entourer dans le tableau du document 5 les longueurs d'ondes identifiées. En déduire les éléments présents dans la chromosphère du soleil.

Remarque : Pour qu'un élément soit présent, il n'est pas nécessaire d'observer toutes les longueurs d'onde ; plus on observe de longueur d'ondes, plus l'élément est présent en grande quantité.

H	389	397	410	434	486	656	
He	447	501	587				
Na	589	589					
Mg	470	518					
Ca	393	397	431	617			
F	822						
Fe	290	405	423	425	426	427	438
Mn	404	403	402				
Eu	535						
O <sub>2</sub>	687						

Conclusion :

- Les éléments présents dans l'atmosphère du Soleil sont l'hydrogène, l'hélium, le sodium, le calcium, et le fer.
- Remarque : Le dioxygène (O<sub>2</sub>) n'est pas présent dans l'atmosphère du soleil mais pour être analysé à la surface de la Terre, la lumière doit traverser l'atmosphère terrestre qui contient du dioxygène. C'est ce dioxygène qui provoque l'apparition d'une raie dans le spectre.

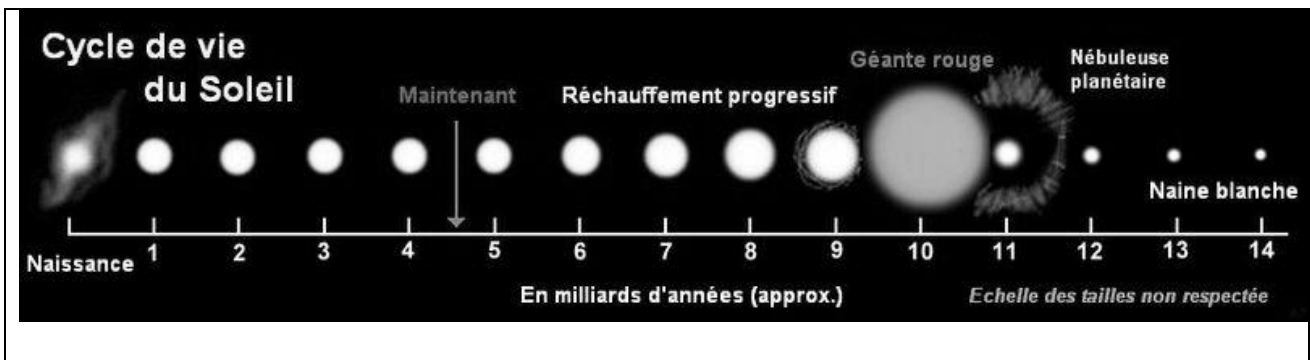
**Vérification : Classe du Soleil**

**Document 6 :**

Les étoiles sont rangées en sept classes principales. Ces classes sont déterminées par la composition de l'atmosphère de l'étoile.

Classe	Température de surface	raies d'absorption
O	60 000 - 30 000	azote, carbone, hélium et oxygène
B	30 000 - 10 000 K	hélium, hydrogène
A	10 000 - 7 500 K	Hydrogène
F	7 500 - 6 000 K	métaux: fer, titane, calcium, strontium et magnésium
G	6 000 - 5 000 K	calcium, hélium, hydrogène et métaux (Fer)
K	5 000 - 3 500 K	métaux et oxyde de titane
M	3 500 - 2 000 K	métaux et oxyde de titane

**Document 7 :**



1. Les informations obtenues au cours de votre étude sont-elles en accord avec le document ci-dessus ? Quelle est la classe du Soleil ?

Le Soleil est une étoile de classe G : sa température de surface et la composition de sa chromosphère sont en accord avec les mesures réalisées.

2. A partir du document 7, rédiger un paragraphe décrivant l'évolution du Soleil à partir de sa naissance (stabilité, dilatation, évolution de la température, ....)

D'après le document donné, la luminosité du Soleil devrait augmenter, puis il deviendra une géante rouge et se transformera très rapidement en nébuleuse planétaire puis en naine blanche.

Sa durée de vie étant d'environ 9 milliards d'années, on peut dire que le système solaire est à la moitié de sa vie.