

## T.P. P6 : Spectre d'une étoile

**Objectif :** Comprendre pourquoi les étoiles ont des couleurs différentes et en quoi leur spectre lumineux renseigne sur leur structure.

On s'intéresse à l'étoile Rigel dans la constellation d'Orion.

### I.- Données générales

Rigel est une étoile (comme notre Soleil mais située à 773 a.l. de distance de notre système solaire).

Q.1. : Après avoir rappelé la définition et la valeur de l'année-lumière a.l., calculer la distance séparant notre Soleil de Rigel en mètres. On rappelle que  $c = 3,00.10^8$  m.s<sup>-1</sup>.

Cette étoile est 70 fois plus grosse que notre Soleil (supergéante bleue), sa température de surface est de 11000 °C et elle émet 50000 fois plus de lumière que notre Soleil.

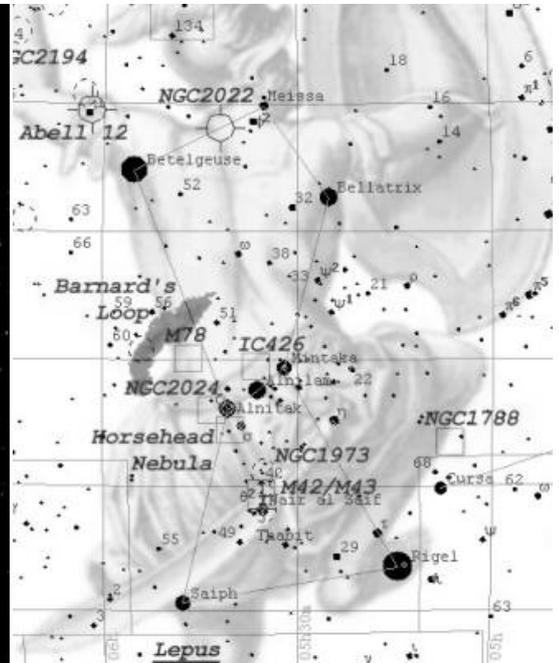
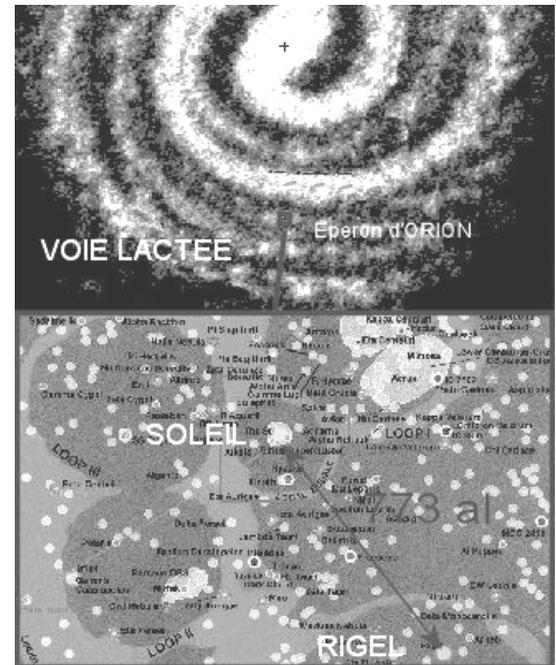


Rigel est une étoile de la constellation d'Orion. La première photo montre cette constellation telle qu'on peut la voir à l'œil nu pendant l'hiver en France.

Q.2. : Toutes ces étoiles apparaissent-elle identiques vues de la Terre ?

Orion était un guerrier Grec de l'antiquité. On repère d'ailleurs « très facilement » :

- Les deux étoiles du haut représentant ses épaules
- Les deux étoiles du bas représentant ses genoux et pieds
- Au centre se trouve la ceinture et entre la ceinture et les genoux, on voit l'épée dans laquelle se trouve la fameuse nébuleuse.



Q.3. : La deuxième photo montre la même constellation avec beaucoup plus de détails. Comment obtient-on un tel cliché ?

Les principaux astres que l'on peut observer sont : les étoiles BETELGEUSE, BELLATRIX, SAIPH et RIGEL et la grande nébuleuse d'ORION M42.

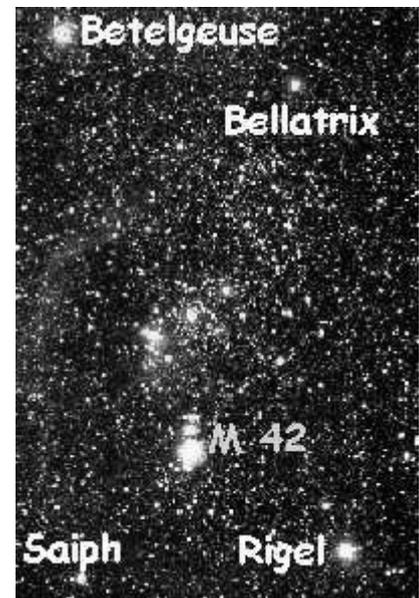
Pourquoi ces étoiles apparaissent-elle de couleur différentes ?

### II.- Données spectrales

#### 1) Etendue du spectre de la lumière des étoiles

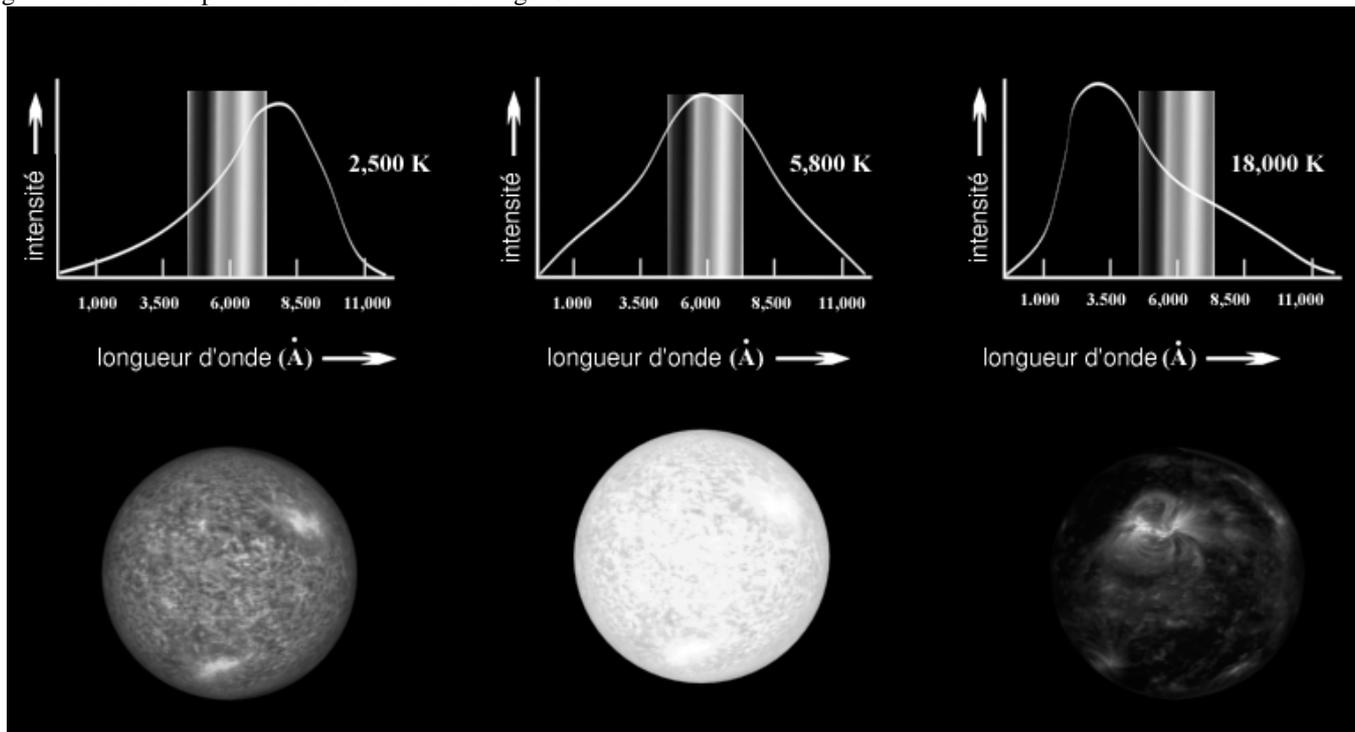
On sait que les corps chauffés émettent de la lumière dont le spectre d'émission est continu : on parle de spectre thermique. Cependant, le domaine spectral d'émission (et aussi la couleur de la lumière) varie selon la température du corps :

« Plus le corps est chaud, plus le spectre est déplacé vers les basses longueurs d'ondes »



Q.4. : Expliquer pourquoi la lumière émise d'un filament d'ampoule sous alimentée est rouge alors qu'elle devient jaune puis blanche lorsqu'on augmente le courant électrique.

Q.5. : Quelle différence y-a-t'il entre les spectres de Bételgeuse et Rigel ? Comment expliquer ces différences ? En déduire un ordre de grandeur de la température à la surface de Bételgeuse.

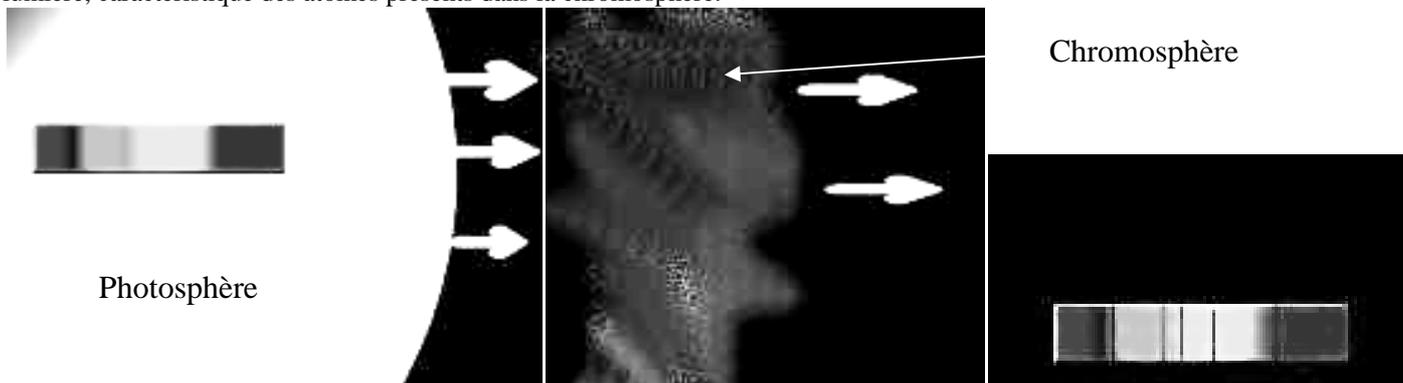


## 2) Spectre de raies d'absorption

a) Explication :

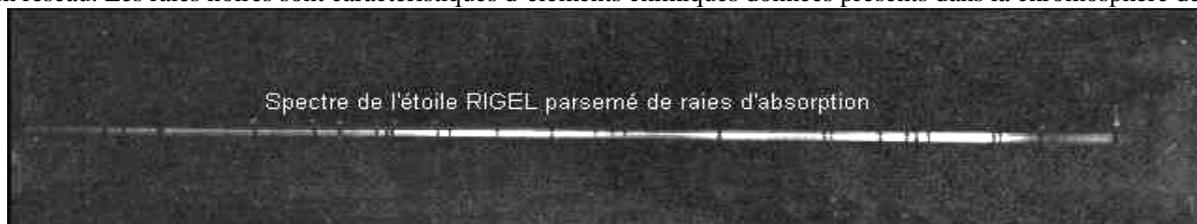
L'observation attentive des spectres de la lumière provenant de Bételgeuse montre la présence de raies noires. A quoi sont-elles dues ?

Le spectre émis par la photosphère de l'étoile est un spectre continu (d'origine thermique). La chromosphère de l'étoile est la partie la plus froide de son atmosphère : c'est un nuage de gaz chaud qui n'émet pas de lumière. Il se produit un phénomène d'absorption de lumière, caractéristique des atomes présents dans la chromosphère.

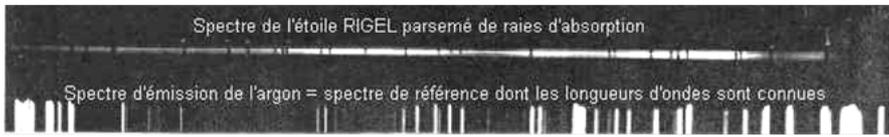


b) Méthode d'investigation spectral

De manière analogue, le spectre de l'étoile Rigel possède un spectre continu parsemé de nombreuses raies d'absorption : on parle de **spectre de raies d'absorption**. On voit ci-dessous ce spectre en noir et blanc obtenu par observation au travers d'un télescope couplé à un réseau. Les raies noires sont caractéristiques d'éléments chimiques données présents dans la chromosphère de l'étoile.



Pour déterminer les longueurs d'onde absorbées, il suffit de photographier sur le même négatif un **spectre d'émission de référence** d'un élément dont toutes les longueurs d'onde sont connues : on peut choisir le spectre d'une lampe spectral à Argon par exemple.



Il suffit ensuite de mesurer les longueurs d'ondes des raies d'absorption de l'étoile par comparaison avec le spectre de référence.

Il est ensuite possible de déterminer les éléments chimiques responsables de ce phénomène d'absorption.

### III.- Identification des éléments chimiques dans l'atmosphère de Rigel

Le spectre vertical de gauche représente le spectre étalon de l'argon avec certaines valeurs de longueurs d'onde (en nm) en coincidence avec quelques raies principales de cet élément chimique.

Le spectre de droite est le spectre de l'étoile Rigel dont on a numéroté les principales raies de 1 à 27

Q.6. : Caractériser chacun des deux spectres.

Q.7. : A partir de deux raies de référence, par exemple celles dont les longueurs d'onde valent 433 nm et 549,5 nm, proposer une méthode permettant de trouver les valeurs des 27 raies présentes sur le spectre de Rigel.

Q.8. : Ecrire la relation entre les valeurs des longueurs d'onde  $\lambda$  et leur position  $x$  sur le spectre. On prendra  $x = 0$  pour la raie de longueur d'onde  $\lambda = 433$  nm.

E.9. : Déterminer les longueurs d'onde des principales raies d'absorption. Recopier et remplir le tableau ci-dessous :

N° raie :	Longueur d'onde (nm)	Éléments Chimiques
1	433	H
2		
3		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		

Les longueurs d'onde d'absorption de certains éléments chimiques sont données ci-dessous :

**Hydrogène H :** 434,0 nm ; 486,1 nm ; 656,3 nm

**Hélium He :** 447,1 nm ; 471,3 nm ; 492,5 nm ; 501,6 nm

504,8 nm ; 587,6 nm ; 667,8 nm ; 706,5 nm

**Ion Hélium He<sup>+</sup> :** 468,6 nm

**Magnésium Mg :** 516,7 nm ; 517,3 nm ; 518,4 nm

**Lithium :** 548,4 nm ; 610,3 nm ; 670,7 nm

Q.8.: Quels sont les éléments chimiques présents dans la chromosphère de Rigel ?

(pour qu'un élément soit présent, il faut que toutes ses raies soient observées ; attention, certains éléments ne figurent pas dans la liste)

