

## Fiche à destination des enseignants

### Seconde Le Soleil, une étoile

<b>Type d'activité</b>	<b>Résolution de problème</b>	
<b>Objectifs</b>	A partir du spectre de la lumière solaire et des documents mis à disposition : <ul style="list-style-type: none"><li>– identifier les principaux éléments constituant l'atmosphère du soleil ;</li><li>– en déduire sa position dans la classification selon Fraunhofer ;</li><li>– indiquer la zone où l'on peut situer le soleil sur diagramme de Hertzsprung-Russel.</li></ul>	
	<b>Notions et contenus du programme de Seconde</b> Les étoiles : Les spectres d'émission et d'absorption spectres continus d'origine thermique, spectres de raies. Raie d'émission ou d'absorption d'un atome ou d'un ion. Caractérisation d'une radiation par sa longueur d'onde.	<b>Compétences attendues du programme de Seconde</b> Repérer, par sa longueur d'onde dans un spectre d'émission ou d'absorption une radiation caractéristique d'une entité chimique. Savoir que la longueur d'onde caractérise dans l'air et dans le vide une radiation monochromatique. Interpréter le spectre de la lumière émise par une étoile : température de surface et entités chimiques présentes dans l'atmosphère de l'étoile. Connaître la composition chimique du soleil.
<b>Conditions de mise en œuvre</b>	Durée 1h, en classe entière.	
<b>Commentaires sur l'activité proposée</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cette activité peut faire l'objet d'un entraînement à la résolution de problème, par exemple en binôme. Il convient dans ce cas d'imposer un temps de lecture individuelle pour s'approprier les documents.</li><li>• Elle peut également être utilisée comme évaluation individuelle.</li></ul>	

## Le Soleil, une étoile

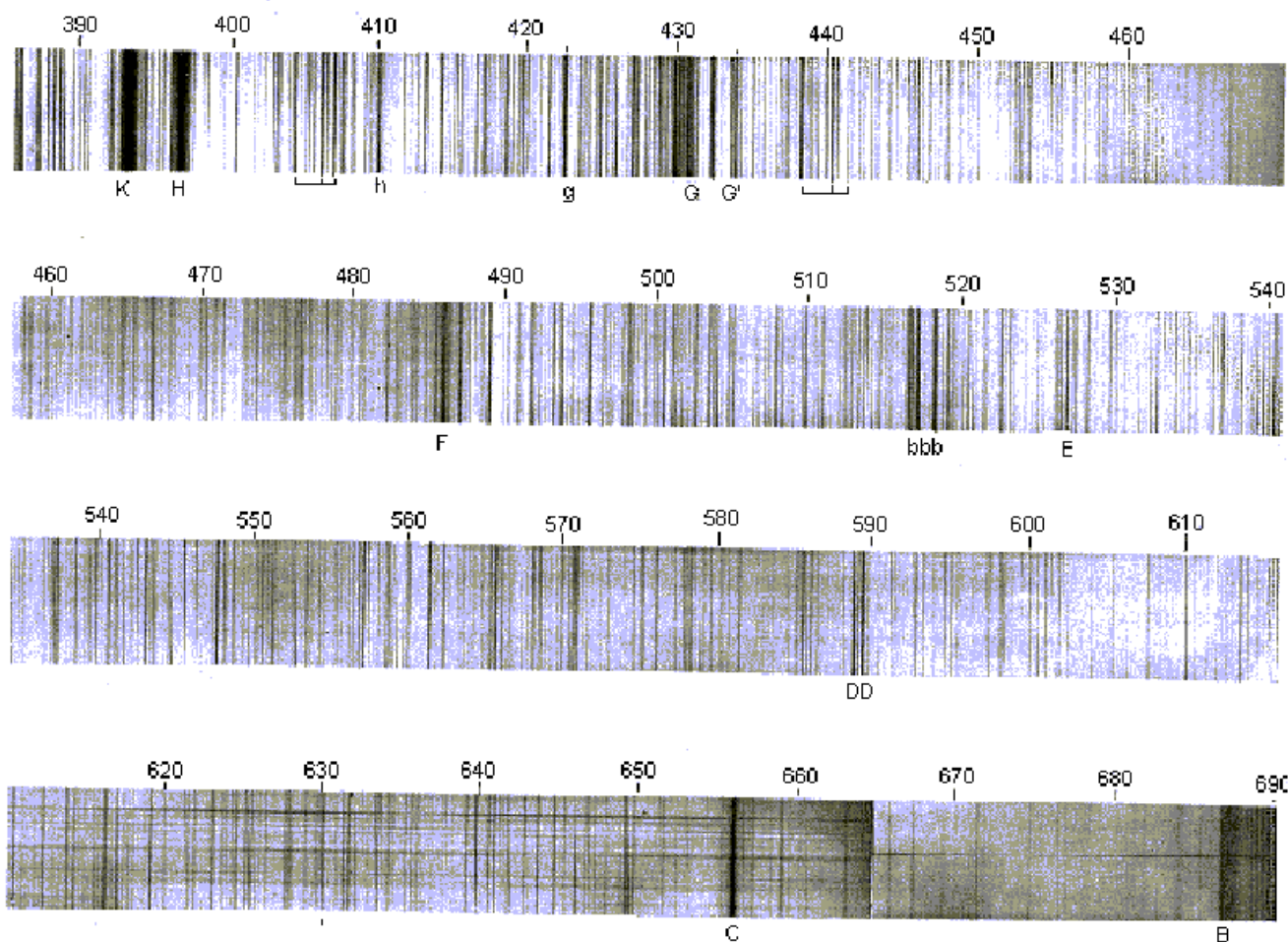
### Document 1 : Informations concernant la lumière émise par les étoiles :

Le rayonnement émis par la surface des étoiles est assimilable, en première approximation, au rayonnement d'un corps à température élevée. Le spectre de ce rayonnement est généralement centré dans le visible et s'étend parfois dans l'ultra-violet. Les étoiles, dont le soleil, émettent un spectre de fond continu : on en déduit qu'elles sont constituées de gaz en surface. Leur température est en effet trop élevée pour qu'elles soient solides ou liquides.

Le spectre du Soleil, comme celui de toute étoile, présente aussi des raies d'absorption qui caractérisent les éléments chimiques présents dans leurs atmosphères.

### Document 2 : Spectre de la lumière solaire (raies et bandes d'absorption) reçue sur Terre.

(Cliché Hale Observatories). Les longueurs d'ondes sont données en nanomètres. Les principales raies d'absorption (les plus intenses) sont désignées par des lettres ou des repères placés sous le spectre.



**Document 3 : Tableau de quelques raies spectrales situées dans le domaine visible**  
*Classement par longueurs d'ondes croissantes :*

$\lambda$ (nm)	couleur	atome ou ion	$\lambda$ (nm)	couleur	atome ou ion
388.9	U. Violet	** He+	516.8	Vert	Fe
393.4	U. Violet	** Ca+	517.2	Vert	Mg
396.8	U. Violet	* Ca+	518.4	Vert	** Mg
403.1	Violet	** Mn	521.8	Vert	* Cu
404.0	Violet	Fe	527.0	Vert	Fe
404.4	Violet	* K	540.0	Vert	Ne
404.6	Violet	Hg	546.1	Vert	* Hg
404.7	Violet	K	553.5	Vert	** Ba
406.0	Violet	Fe	567.9	Vert	** N+
407.6	Violet	Fe	570.0	Vert	** Cu
407.8	Violet	** Sr+	577.0	Jaune	** Hg
409.9	Violet	* N	577.8	Jaune	* Ba
410.2	Violet	H $\delta$	578.2	Jaune	K
410.9	Violet	* N	579.1	Jaune	** Hg
422.7	Violet	Ca	580.2	Jaune	K
424.0	Violet	N+	583.2	Jaune	K
425.4	Indigo	** Cr	583.2	Jaune	Ne
427.5	Indigo	* Cr	585.2	Jaune	* Ne
429.0	Indigo	* Cr	585.7	Jaune	* Ca
430.8	Indigo	Fe	587.6	Orange	* He
434.0	Indigo	H $\gamma$	588.9	Orange	** Na
435.8	Indigo	* Hg	589.5	Orange	* Na
437.6	Indigo	Fe	610.3	Orange	* Li
440.0	Indigo	Fe	612.2	Orange	Ca
442.7	Indigo	Fe	614.2	Orange	* Ba+
444.0	Indigo	N+	616.2	Orange	Ca
445.5	Indigo	Ca	630.0	Orange	Fe+
447.1	Indigo	He	636.2	Orange	** Zn
455.4	Indigo	** Ba+	640.2	Orange	** Ne
455.5	Indigo	* Cs	640.8	Rouge	Sr
460.7	Indigo	** Sr	643.8	Rouge	** Cd
465.0	Indigo	N+	643.9	Rouge	Ca
468.0	Bleu	Zn	646.2	Rouge	* Ca
468.5	Bleu	He+	656.3	Rouge	H $\alpha$
472.2	Bleu	Zn	667.8	Rouge	He
480.0	Bleu	** Cd	670.8	Rouge	** Li
481.0	Bleu	Zn	671.8	Rouge	Ca
486.1	Bleu	H $\beta$	691.1	Rouge	K
492.2	Vert	He	693.9	Rouge	** K
493.4	Vert	Ba+	706.5	Inf Rouge	He
497.0	Vert	* Li	714.8	Inf Rouge	Ca
500.0	Vert	He	732.6	Inf Rouge	Ca
500.0	Vert	N+	766.5	Inf Rouge	** K
501.6	Vert	He	769.9	Inf Rouge	* K
510.5	Vert	* Cu	852.1	Inf Rouge	** Cs
515.3	Vert	* Cu	894.3	Inf Rouge	Cs
516.7	Vert	Mg			

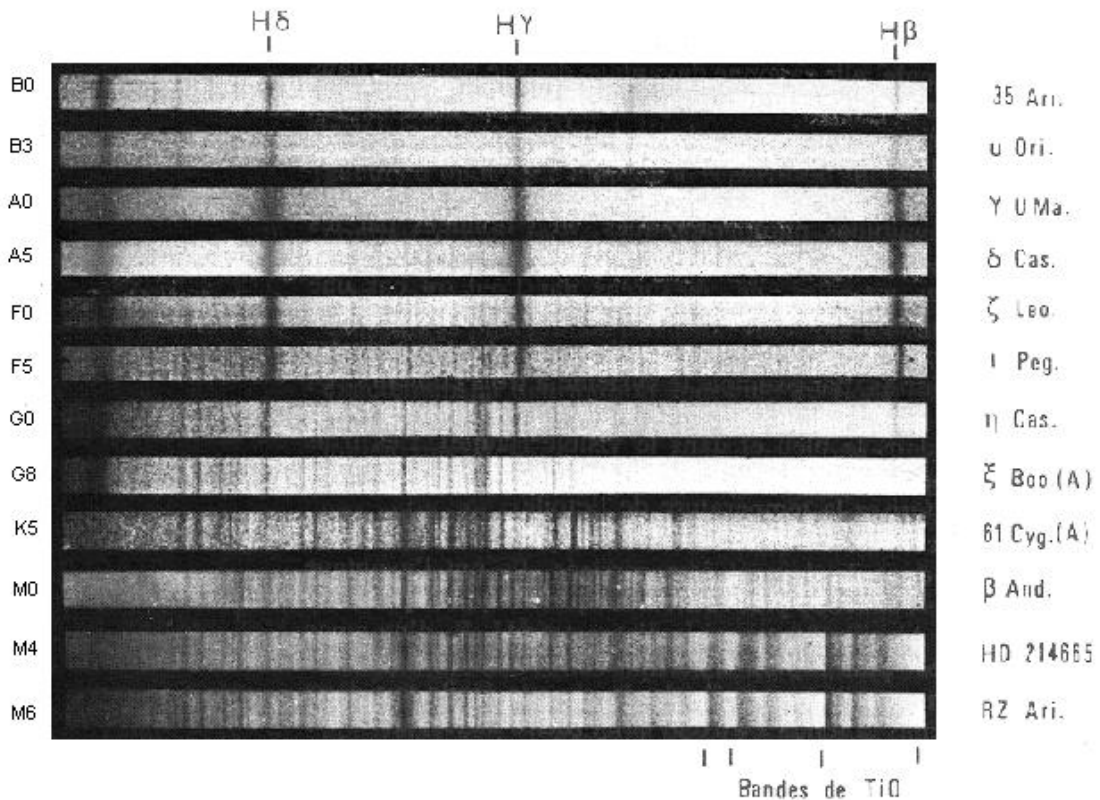
\*\* raie très intense

\* raie intense

*H $\alpha$ , H $\beta$ , H $\gamma$  et H $\delta$  désignent les principales raies de l'hydrogène dans le domaine visible.*

**Document 4 : Classification des étoiles selon Fraunhofer (1814)**

La partie supérieure du document représente des spectres caractéristiques de la classification. Celle-ci est commentée dans le tableau de la partie inférieure.



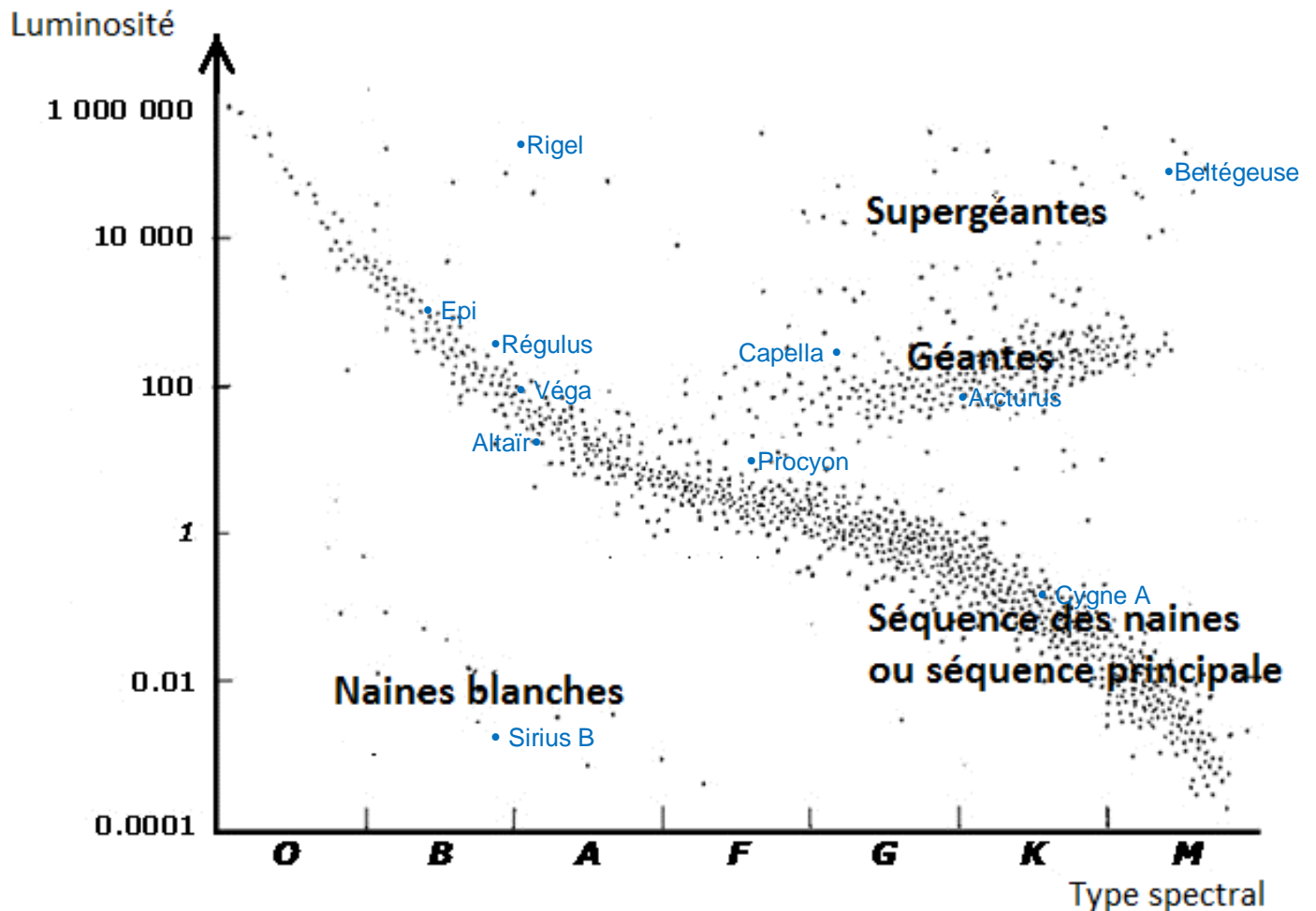
**Classement des étoiles en sept « type spectraux »**

(D'après « L'univers des étoiles » L.Botinelli et J.L. Berthier) :

Type de l'étoile	Analyse spectrale
<b>O</b>	Présence de raies caractéristiques de l'hélium neutre et ionisé et de l'hydrogène
<b>B</b>	Les raies de l'hydrogène sont également présentes mais plus intenses que dans le type O. De nouvelles raies caractéristiques de l'hélium neutre apparaissent, de même qu'une raie de l'ion Mg <sup>+</sup> (ex B0 B3)
<b>A</b>	Dominé par les raies de l'hydrogène qui atteignent leur maximum d'intensité. Les raies de l'hélium ont disparu. Celles du calcium ionisé Ca <sup>+</sup> apparaissent. (ex. A0 A5)
<b>F</b>	Les raies de l'hydrogène sont encore intenses et certaines raies fines de métaux apparaissent. (ex. F0 F5)
<b>G</b>	Les raies du calcium dominant à la limite du violet. On perçoit encore quelques raies de l'hydrogène. Celles du fer se sont nettement renforcées. On note la présence de très nombreuses raies fines de métaux. (ex. G0 G8)
<b>K</b>	Les raies de l'hydrogène ont pratiquement disparu. Les raies métalliques sont plus nombreuses et plus intenses. (ex. K5)
<b>M</b>	Les raies du calcium atomique et ionisé sont intenses. On note également des bandes de raies caractéristiques de la présence de groupements moléculaires TiO. (ex. M0 M4 M6)

## Document 5 : Les catégories d'étoiles, diagramme de Hertzsprung-Russel

Ce diagramme permet de catégoriser les étoiles en fonction de leur température et de leur luminosité (diagramme de Hertzsprung-Russel). L'échelle de température est donnée en abscisse en référence au classement de Fraunhofer. L'échelle de luminosité est donnée en ordonnée en référence à celle du Soleil.



### Problématique

Indiquer le plus précisément possible la zone où se trouve le Soleil sur le diagramme de Hertzsprung-Russel, et conclure sur la catégorie d'étoiles à laquelle il appartient ?

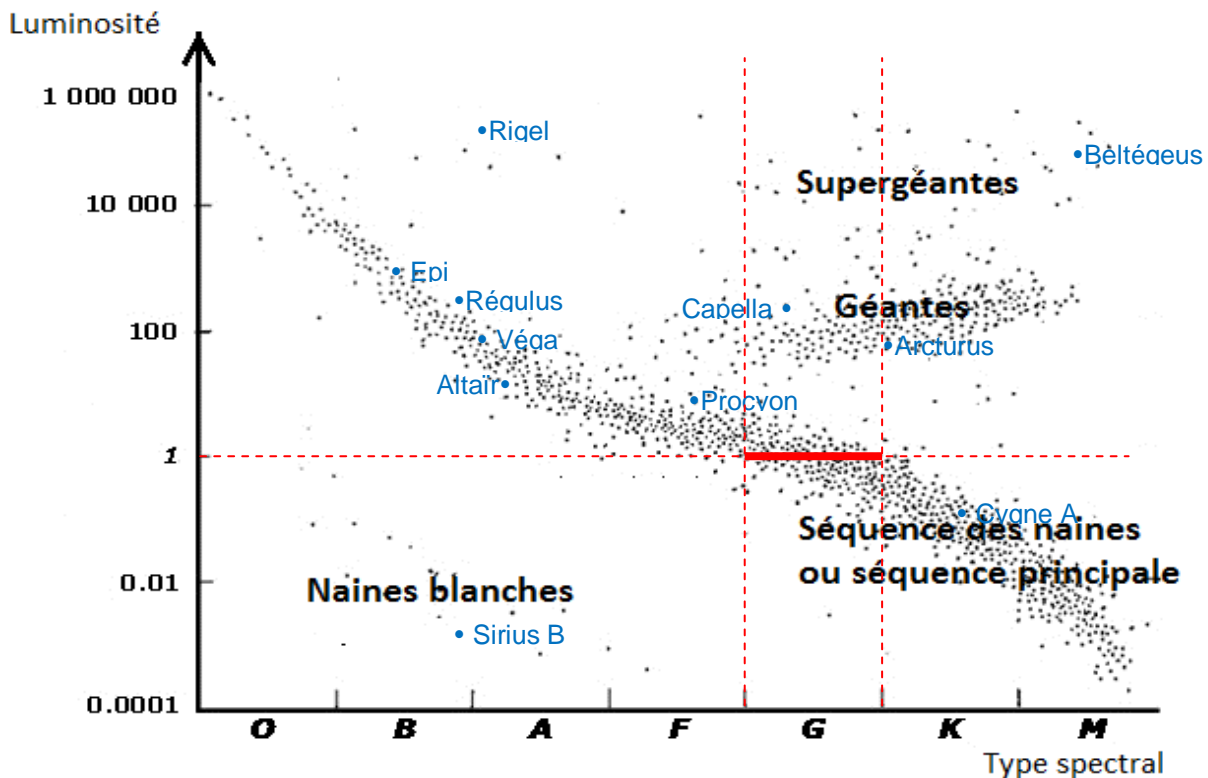
*Rédiger une réponse argumentée à cette question.*

## Eléments de réponse :

- Atomes de l'atmosphère solaire (tableau du doc. 2) responsables des raies d'absorptions les plus marquées, repérées par des lettres sur le spectre du soleil (doc. 1) :

Raie	K	H	h	g	G	G'	F	bbb	E	DD	C	B
$\lambda$ lue sur spectre en nm (doc. 1)	393	396	410	422	431	433	486	516 à 518	527	588 589	656	687
$\lambda$ correspondante dans le tableau, en nm (doc. 2)	393.4	396.8	410.2	422.7	430.8	434.0	486.1	516.7 517.2 518.4	527.0	588.9 589.5	656.3	?
Atome ou ion	Ca <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	H $\delta$	Ca	Fe	H $\gamma$	H $\beta$	Mg	Fe	Na	H $\alpha$	?

- Le spectre contient les raies  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$  de l'hydrogène, les raies très intenses (H et K) de l'ion Calcium. On y trouve également d'assez nombreuses raies du fer (630, 527 = E, 438 440 442, 404 406 407) ainsi que plusieurs raies fines métalliques (bbb = Mg, DD = Na, Ca, etc.). Ces caractéristiques correspondent au type spectral G de la classification de Fraunhofer.
- Le diagramme de Hertzsprung-Russel indique que ces étoiles ont une température de surface voisine de 6000 K. Trois catégories d'étoiles sont en théorie possibles : les naines de la séquence principale, les géantes et les supergéantes. Seule la première contient des étoiles dont la luminosité est 1 (celle du Soleil). Le Soleil est donc une naine de la séquence principale.
- Sur le diagramme d'Hertzsprung-Russel, on a représenté la zone où se trouve le soleil par un trait rouge épais, c'est-à-dire à l'intersection entre la zone G, la droite de luminosité égale à 1 et la séquence principale.



## **Fiche d'aides :**

### **Raies d'absorption**

Aide n° 1 Rechercher les atomes et ions responsables des principales raies d'absorption du spectre de la lumière solaire.

Aide n° 2 Les principales raies d'absorption sont désignées par des lettres ou repères placés sous le spectre (doc. 2).

Aide n° 3 Mesurer les longueurs d'ondes des principales raies d'absorption (doc. 2).

### **Type spectral selon Fraunhofer**

Aide n° 4 Rechercher le type spectral du soleil dans la classification de Fraunhofer.

Aide n° 5 Le type spectral dépend de la nature des atomes ou ions responsables des raies d'absorption, de l'intensité et du nombre de leurs raies (doc. 4).

Aide n° 6 Le soleil est une étoile de type G dans la classification de Fraunhofer.

### **Luminosité du soleil**

Aide n° 7 Rechercher la luminosité du soleil.

Aide n° 8 Doc. 5 : « L'échelle de luminosité est donnée en ordonnée en référence à celle du soleil. »

Aide n° 9 La luminosité du soleil est égale à 1.



## Grille d'évaluation

Aide à l'appréciation du niveau de réussite, pour un indicateur donnée :

- Tout est juste, sans aide : A
- Tout est faux ou non fait : D
- Tout est juste mais en utilisant de l'aide ; c'est partiellement juste, avec ou sans aides : B ou C

Compétence	Indicateurs de réussite	Niveaux de réussite																												
		A	B	C	D																									
ANALYSER	Il faut rechercher la nature des atomes ou ions responsables des principales raies d'absorption, pour en déduire le type spectral du soleil selon Fraunhofer.																													
REALISER	Mesure des longueurs d'ondes des principales raies d'absorption (désignées par des lettres) (doc. 2) : <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><i>K</i></td> <td><i>H</i></td> <td><i>h</i></td> <td><i>g</i></td> <td><i>G</i></td> <td><i>G'</i></td> <td><i>F</i></td> <td><i>bbb</i></td> <td><i>E</i></td> <td><i>DD</i></td> <td><i>C</i></td> <td><i>B</i></td> </tr> <tr> <td>393</td> <td>396</td> <td>410</td> <td>422</td> <td>431</td> <td>433</td> <td>486</td> <td>516 à 518</td> <td>527</td> <td>588 589</td> <td>656</td> <td>687</td> </tr> </table> + au niveau des repères : 404, 406, 407 ; 438, 440, 442 ; 630	<i>K</i>	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>g</i>	<i>G</i>	<i>G'</i>	<i>F</i>	<i>bbb</i>	<i>E</i>	<i>DD</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	393	396	410	422	431	433	486	516 à 518	527	588 589	656	687					x2
<i>K</i>	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>g</i>	<i>G</i>	<i>G'</i>	<i>F</i>	<i>bbb</i>	<i>E</i>	<i>DD</i>	<i>C</i>	<i>B</i>																			
393	396	410	422	431	433	486	516 à 518	527	588 589	656	687																			
S'APPROPRIER	Identification des atomes ou ions (doc. 3) : <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><i>Ca<sup>+</sup></i></td> <td><i>Ca<sup>+</sup></i></td> <td><i>Hδ</i></td> <td><i>Ca</i></td> <td><i>Fe</i></td> <td><i>Hγ</i></td> <td><i>Hβ</i></td> <td><i>Mg</i></td> <td><i>Fe</i></td> <td><i>Na</i></td> <td><i>Hα</i></td> <td><i>?</i></td> </tr> </table> + au niveau des repères : Fe	<i>Ca<sup>+</sup></i>	<i>Ca<sup>+</sup></i>	<i>Hδ</i>	<i>Ca</i>	<i>Fe</i>	<i>Hγ</i>	<i>Hβ</i>	<i>Mg</i>	<i>Fe</i>	<i>Na</i>	<i>Hα</i>	<i>?</i>																	
<i>Ca<sup>+</sup></i>	<i>Ca<sup>+</sup></i>	<i>Hδ</i>	<i>Ca</i>	<i>Fe</i>	<i>Hγ</i>	<i>Hβ</i>	<i>Mg</i>	<i>Fe</i>	<i>Na</i>	<i>Hα</i>	<i>?</i>																			
VALIDER	Le soleil est une étoile de type spectral G selon Fraunhofer + argumentation (doc. 4) : <i>(raies intenses de Ca<sup>+</sup> avec présence encore des raies de H et nombreuses raies de Fe et de divers métaux : Mg, Na, Ca)</i>					x2																								
ANALYSER	Il faut connaître la luminosité du soleil et le type spectral d'étoile selon Fraunhofer pour placer le soleil sur le diagramme de Hertzsprung-Russel.																													
S'APPROPRIER	La luminosité du soleil vaut 1 (doc. 5).																													
VALIDER	Le soleil est une naine de la séquence principale.																													
REALISER	Tracé de la zone à l'intersection entre la zone G, la droite de luminosité 1 et la séquence principale (ou cohérent).																													
COMMUNIQUER	Explication de la démarche avec clarté et concision.																													

Aide à la notation :

- Première étape :
  - Majorité de A et de B : note entre 3 et 5
  - Majorité C et D : note entre 0 et 3
- Deuxième étape :
  - Majorité de A : note entre 4 et 5 (si aucun C ou D : 5)
  - Majorité de B : note entre 2 et 4 (uniquement des B : 3)
  - Majorité de C : note entre 1 et 3 (uniquement des C : 2)
  - Majorité de D : note entre 0 et 2 (uniquement des D : 0 ; dès qu'il y a d'autres niveaux que D : 1 ou 2)