

**S09** Chapitre 6 :**Les caractéristiques des étoiles  
(deuxième partie)**

**Objectif :** Vous expliquer comment on peut comparer notre Soleil aux autres étoiles, et vous faire comprendre comment on détermine la masse des étoiles.

**6.4 La nucléosynthèse stellaire (p. 226)**

L'Univers primordial ne contenait essentiellement que de \_\_\_\_\_ et de \_\_\_\_\_. Les autres éléments ont été produits dans les étoiles par le processus de \_\_\_\_\_.

Historiquement, les électrons ont d'abord reçu le nom de rayons \_\_\_\_\_. Le processus qui transforme les neutrons en protons implique l'émission d'un électron, et on l'appelle donc processus \_\_\_\_\_.

Il existe deux versions du processus :

- Dans un noyau qui comporte trop de neutrons pour être stable, un neutron se transforme en proton et émet un \_\_\_\_\_ chargé négativement, d'où le nom de processus \_\_\_\_\_.
- Dans un noyau qui comporte trop de protons pour être stable, un proton se transforme en neutron et émet un \_\_\_\_\_, l'antiparticule de l'électron, qui a les mêmes propriétés sauf pour sa charge qui est \_\_\_\_\_, d'où le nom de processus \_\_\_\_\_.

Il arrive qu'un noyau trop gros pour être stable émette en bloc un noyau \_\_\_\_\_, ce que l'on nomme processus \_\_\_\_\_.

La fusion de l'hydrogène en hélium ne se produit pas en une seule étape. Le processus commence par la fusion de deux noyaux d'hydrogène (protons), et se nomme ainsi chaîne \_\_\_\_\_.

*Tous les détails des processus, i.e. les 3 sections en bleu (p. 227-229) ne sont pas au programme.*

Ce processus est la source principale d'énergie du Soleil, et nécessite une température d'au moins \_\_\_\_\_ K.

L'hydrogène peut aussi fusionner en hélium en se servant des rares noyaux de carbone déjà présents dans l'étoile. Le processus porte le nom de \_\_\_\_\_, car le carbone devient de l'azote puis de l'oxygène avant d'être restitué intact à la fin du cycle.

Vrai ou faux ? Ce processus a un rendement énergétique supérieur à celui de la chaîne proton-proton. \_\_\_\_\_

Vrai ou faux ? Ce processus nécessite une température plus élevée que la chaîne proton-proton. \_\_\_\_\_

Vrai ou faux ? Ce processus est complètement absent dans le Soleil. \_\_\_\_\_

Dans une étoile âgée, le cœur peut devenir suffisamment chaud pour fusionner l'hélium en carbone, selon un processus que l'on nomme \_\_\_\_\_. Cela nécessite une température plus élevée que la fusion de l'hydrogène, car plus les noyaux que l'on veut fusionner sont gros, plus ils contiennent de \_\_\_\_\_ et plus \_\_\_\_\_. Il faut donc une température plus élevée pour vaincre cette \_\_\_\_\_.

À des températures légèrement plus élevées, le carbone fusionne avec l'hélium pour former \_\_\_\_\_. Notre Soleil n'ira jamais plus loin que cette étape, mais les étoiles plus massives peuvent aller plus loin : dans les plus grosses étoiles, la fusion du silicium mène éventuellement au \_\_\_\_\_ (l'élément chimique dans le fond de la « vallée »).

Le processus qui permet de former des noyaux encore plus gros se nomme \_\_\_\_\_. Les neutrons n'étant pas chargés, ils peuvent pénétrer sans problème dans les gros noyaux. À la fin de leur vie, les grosses étoiles explosent (un phénomène que l'on nomme \_\_\_\_\_) et viennent enrichir l'espace interstellaire des noyaux qu'elles ont formés au cours de leurs vies, ce qui permet la formation de nouvelles

génération d'étoiles, de planètes et d'êtres vivants.

### 6.5 La structure interne des étoiles (p. 231)

Grâce aux modèles théoriques décrivant l'intérieur du Soleil, on sait que la densité au centre du Soleil vaut \_\_\_\_\_ fois celle de l'eau, tandis que dans la zone périphérique correspondant à \_\_\_% du rayon, elle est inférieure à celle de l'atmosphère terrestre.

La température passe d'environ \_\_\_ millions de kelvins au centre du Soleil à \_\_\_\_\_ K à la surface. La production d'énergie est concentrée dans le \_\_\_\_\_, la sphère centrale ayant pour rayon \_\_\_\_\_ du rayon solaire.

Un mécanisme qui agit comme une \_\_\_\_\_ automatique stabilise la production d'énergie d'une étoile :

- Si la production d'énergie diminue trop, le noyau se contracte, la température \_\_\_\_\_ et la production d'énergie \_\_\_\_\_.
- Si la production d'énergie augmente trop, le noyau se dilate, la température \_\_\_\_\_ et la production d'énergie \_\_\_\_\_.

*La sous-section « Le transport de l'énergie » (p. 233) ainsi que le reste de la section 6.5 n'est pas au programme.*

*La section 6.6 n'est pas au programme.*

### 6.7 La classification des étoiles (p. 240)

Un diagramme HR (les initiales des deux inventeurs) est un graphique de \_\_\_\_\_ des étoiles en fonction de leur \_\_\_\_\_.

Pour des raisons historiques, les valeurs numériques sur l'axe horizontal \_\_\_\_\_ lorsqu'on se déplace de gauche à droite !

Environ \_\_\_\_\_ % des étoiles se situent sur une diagonale appelée \_\_\_\_\_. Sur cette diagonale, lorsque la température de surface augmente, la luminosité \_\_\_\_\_, ce qui est fort logique.

Une étoile géante est située \_\_\_\_\_ de la série principale car elle a beaucoup \_\_\_\_\_ de surface qu'une étoile de série principale de même température.

Une naine blanche est située \_\_\_\_\_ de la série principale car elle a beaucoup \_\_\_\_\_ de surface qu'une étoile de série principale de même température.

Pour déterminer la \_\_\_\_\_ d'une étoile, les astronomes utilisent un raccourci basé sur l'aspect visuel du spectre : en effet, l'intensité relative des raies spectrales dépend de \_\_\_\_\_. Historiquement, l'aspect visuel du spectre a d'abord été indiqué par une lettre. Avec le temps, certaines lettres ont été éliminées et l'ordre a été modifié, ce qui fait qu'aujourd'hui l'axe horizontal du diagramme HR correspond à la série de lettres (de gauche à droite) : \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, ce qu'on peut retenir à l'aide de la phrase aide-mémoire : « \_\_\_\_\_ ».

Le \_\_\_\_\_ d'une étoile correspond à une lettre suivie d'une subdivision (chiffre de 0 à 9) : par exemple, le Soleil est de type \_\_\_\_\_.

Récemment, on a rajouté les lettres \_\_\_\_ et \_\_\_\_ pour identifier des « étoiles ratées » de faible température que l'on nomme \_\_\_\_\_.

*La sous-section « Comment placer une étoile sur l'axe de luminosité ? » n'est pas au programme.*

### 6.8 Le Soleil en perspective (p. 244)

80 % des étoiles se trouvent sur la série principale, et \_\_\_\_\_ % de celles-ci sont moins lumineuses que le Soleil. Les étoiles les plus nombreuses sont des étoiles de couleur \_\_\_\_\_ (de type \_\_\_\_). Comme les étoiles géantes ne représentent même pas \_\_\_\_\_ % de toutes les étoiles, on peut dire qu'environ \_\_\_\_\_ % des étoiles de la Galaxie sont plus lumineuses que le Soleil. (Ces pourcentages ne tiennent pas compte des naines brunes.)

*La petite section en bleu (p. 245) n'est pas au programme.*

Les étoiles géantes peuvent avoir des rayons qui se comparent à la taille de \_\_\_\_\_.

### 6.9 La masse des étoiles (p. 246)

La masse des étoiles est la valeur la plus importante pour comprendre sa structure et son évolution. On peut déterminer la masse des étoiles lorsqu'elles se trouvent dans un système double à l'aide de la \_\_\_\_\_ légèrement modifiée afin de tenir compte du fait que les étoiles tournent autour de leur \_\_\_\_\_ commun, un point situé sur la ligne reliant les

deux étoiles proportionnellement plus \_\_\_\_\_ de la plus massive.

Deux situations peuvent se présenter, avec une méthode à utiliser légèrement différente. Dans la première situation, on peut distinguer les orbites des deux étoiles, et on parle d'un système binaire \_\_\_\_\_. Dans la deuxième situation, le système double apparaît comme un simple point de lumière, et on ne connaît la nature double du système que grâce à \_\_\_\_\_ ; on parle alors d'un système binaire \_\_\_\_\_.

*La section 6.10 n'est pas au programme.*

### QUESTIONS DE RÉVISION (p. 258-260)

1	2	3	4	5	<input checked="" type="checkbox"/>	7	8	9	10
<input checked="" type="checkbox"/>	12	13	14	15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18	19	<input checked="" type="checkbox"/>
21	22	23	24	25	<input checked="" type="checkbox"/>	27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	44	45	46	47	48	49	50
<input checked="" type="checkbox"/>	52	53	<input checked="" type="checkbox"/>	55	<input checked="" type="checkbox"/>	57	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				

Les questions de révision 1 à 10 concernent la section S08  
 Les questions de révision 12 à 57 concernent la section S09

### PROBLÈMES (p. 261)

P1	P2	<input checked="" type="checkbox"/>	P4	P5	P6	P7	P8
----	----	-------------------------------------	----	----	----	----	----

Les problèmes P1 à P2 concernent la section S08  
 Les problèmes P4 à P8 concernent la section S09

