

## S10 Chapitre 7 : Vie et mort des étoiles

**Objectif :** Vous familiariser avec les différentes étapes de la vie d'une étoile et comprendre qu'un trou noir est un type particulier de « cadavre stellaire » qui peut se former suite à l'explosion d'une supernova.

### Introduction au chapitre 7 (p. 262)

La matière première à partir de laquelle les étoiles se forment est appelée \_\_\_\_\_. Cette matière est située entre les étoiles déjà existantes.

### 7.1 La matière interstellaire (p. 262)

*Seuls les 2 premiers paragraphes de la section 7.1 ainsi que la sous-section « Les nuages moléculaires » (p. 265-266) sont au programme.*

Aux endroits où la matière interstellaire est suffisamment concentrée, on observe des nuages facilement détectables, les \_\_\_\_\_.

Un nuage de matière interstellaire suffisamment dense pour qu'il s'y forme des molécules est appelé \_\_\_\_\_. De tels nuages peuvent parfois contenir l'équivalent de plusieurs \_\_\_\_\_ de masses solaires et s'étendre sur plusieurs années-lumière dans l'espace.

### 7.2 Une étoile est née (p. 267)

Les \_\_\_\_\_ constituent probablement le lieu privilégié de formation des étoiles.

Les 2 principaux mécanismes qui peuvent provoquer un « choc fatal » qui entraînera la compression gravitationnelle des nuages moléculaires sont :

1. Lorsque le nuage traverse des \_\_\_\_\_ (des zones de densité plus élevée que la moyenne qui font le tour de la Galaxie.)
2. Lorsqu'une étoile \_\_\_\_\_ à proximité du nuage et génère une \_\_\_\_\_ qui entoure et comprime le nuage.

Si la masse de la protoétoile est \_\_\_\_\_ à 8 % de la masse du Soleil, elle devient une \_\_\_\_\_ : une étoile ratée.

Si la masse de la protoétoile est \_\_\_\_\_ à 8 % de la masse du Soleil, la contraction produit suffisamment de chaleur pour que la fusion de \_\_\_\_\_ en hélium s'amorce.

### 7.3 La vie dans la série principale (p. 270)

La \_\_\_\_\_ d'une étoile détermine sa position sur la \_\_\_\_\_ ainsi que les détails de son \_\_\_\_\_.

Les étoiles de masse élevée commencent leur vie adulte \_\_\_\_\_ du diagramme HR tandis que celles moins massives se retrouvent \_\_\_\_\_.

Plus la masse d'une étoile est grande, plus elle est \_\_\_\_\_ à chaque étape de sa vie et plus elle passe \_\_\_\_\_ par les différentes phases. Ainsi, les étoiles les plus massives sont celles qui vivent le \_\_\_\_\_ longtemps.

*L'équation 7.1 ainsi que le reste de la section 7.3 n'est pas au programme.*

### 7.4 L'évolution post-série principale des étoiles de faible masse. (p. 273)

*Les premières sous-sections de la section 7.4 ne sont pas au programme. (On y explique en détails les processus qui font en sorte que les étoiles de faibles masses se déstabilisent à la fin de leur vie et se mettent à gonfler pour atteindre la phase de supergéante rouge.)*

*Vous pouvez commencer directement votre lecture à la section « La phase supergéante rouge et les nébuleuses planétaires » (p. 276).*

Une étoile dans sa phase supergéante est tellement \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_ que la gravité a de la difficulté à maintenir sa \_\_\_\_\_.

Les couches externes de l'étoile finissent alors par être carrément \_\_\_\_\_ sous l'effet de la pression de la lumière émise par le noyau.

Il n'y a aucun rapport entre les nébuleuses planétaires et les \_\_\_\_\_.

Lorsque les couches externes d'une étoile sont éjectées sous forme de \_\_\_\_\_, le \_\_\_\_\_ demeure au centre et se contracte pour devenir \_\_\_\_\_ aux dimensions comparables à celles de la Terre.

Toute étoile dont le résidu à la fin des \_\_\_\_\_ serait inférieur à \_\_\_\_\_ se transformerait en naine blanche, selon les astronomes.

*Les sections en bleu (p. 277-280) ne sont pas au programme.*

### 7.5 L'évolution post-série principale des étoiles des étoiles massives. (p. 273)

Dans une étoile massive, les conditions de \_\_\_\_\_ et de \_\_\_\_\_ du noyau ne sont pas propices à un \_\_\_\_\_ ; on assiste plutôt à une combustion \_\_\_\_\_.

Le noyau de l'étoile acquiert une structure de \_\_\_\_\_ qui rappelle celle d'un \_\_\_\_\_.

Le cœur de \_\_\_\_\_ sera transformé en un morceau de \_\_\_\_\_.

Lorsque le cœur neutronique rebondit, il génère une \_\_\_\_\_ qui se propage à travers les différentes couches du \_\_\_\_\_ de l'étoile, puis dans \_\_\_\_\_.

La luminosité d'une explosion de \_\_\_\_\_ peut atteindre \_\_\_\_\_ de fois celle du Soleil.

*Le texte à partir du milieu de la page 282 jusqu'à la fin de la section 7.5 n'est pas au programme.*

*La section 7.6 n'est pas au programme.*

### 7.7 Les étoiles à neutrons (p. 291)

Les étoiles à neutrons se retrouvent au centre des vestiges de \_\_\_\_\_.

En 1967, Jocelyn Bell fait la découverte du premier \_\_\_\_\_, qui signifie, en anglais « \_\_\_\_\_ ».

Les pulsars sont des \_\_\_\_\_ en rotation extrêmement \_\_\_\_\_.

La période de rotation d'une étoile tournant sur elle-même en \_\_\_\_\_, comme le Soleil, sera ramenée à \_\_\_\_\_ si l'étoile est comprimée à la taille d'une étoile à neutrons.

*La section en bleu (p. 292) ainsi que le reste de la section 7.7 n'est pas au programme.*

### 7.8 Les trous noirs (p. 295)

La nature d'un cadavre stellaire dépend de sa masse : si elle est inférieure à  $1,4 M_{\odot}$ , il s'agit d'une \_\_\_\_\_. Si la masse est supérieure, il s'agit d'une \_\_\_\_\_.

Si la masse du cadavre dépasse  $3 M_{\odot}$ , la vitesse de libération à sa surface dépasse \_\_\_\_\_ et l'objet devient un \_\_\_\_\_.

N'importe quelle masse  $M$  peut devenir un trou noir si son rayon est plus petit que le rayon de \_\_\_\_\_ :  $R_s \text{ (km)} = \_ M (M_{\odot})$ .

Une fois comprimée à l'intérieur de ce rayon, la masse continue de se comprimer inexorablement et atteint une masse volumique égale à  $10^{93} \text{ kg/m}^3$ , que l'on nomme masse volumique de \_\_\_\_\_. Pour cette valeur, les effets de la \_\_\_\_\_ deviennent dominants.

Pour décrire ce qui se passe si la masse volumique dépasse cette valeur, il faudrait unifier la \_\_\_\_\_ et la \_\_\_\_\_ en un tout cohérent, la \_\_\_\_\_. Personne n'a jamais réussi à le faire.

On donne le nom de \_\_\_\_\_ à la masse comprimée au centre du trou noir.

Au pourtour du trou noir, on peut dire que l'espace lui-même s'engouffre à la vitesse \_\_\_\_\_, et ainsi, le mieux que l'on puisse faire, c'est du surplace ! Une fois entré dans le trou noir, dans ce qu'on appelle la zone \_\_\_\_\_, on est certain de ne plus jamais ressortir.

Lorsqu'une étoile passe devant un trou noir, on peut observer l'effet de \_\_\_\_\_ et déterminer la masse du trou noir.

On peut aussi détecter un trou noir lorsqu'il est entouré d'un disque d'accrétion : de \_\_\_\_ à \_\_\_\_ % de la masse qui tombe dans un trou noir peut être transformée en énergie avant que la matière ne pénètre dans la zone de non-retour. (Les meilleures réactions nucléaires transforment moins de \_\_\_\_ % de la masse en énergie.)

Vrai ou faux ? À une distance donnée d'une étoile de masse  $M$ , on est moins attiré que si on se

trouvait à la même distance d'un trou noir de masse  $M$ . \_\_\_\_\_

Un vaisseau d'exploration pourrait se mettre en orbite autour d'un trou noir, mais il doit demeurer assez loin pour que l'effet \_\_\_\_\_, qui est fonction de la \_\_\_\_\_ entre les forces gravitationnelles qui agissent à \_\_\_\_\_ d'un objet, ne soit pas fatal aux astronautes.

Pour un être humain debout sur Terre, l'effet correspond au poids \_\_\_\_\_. Lorsque l'effet devient comparable au poids de l'humain, la situation devient très désagréable : pour un trou noir de  $5 M_{\odot}$ , cela se produit alors que l'on se trouve à \_\_\_\_ fois le rayon de Schwarzschild.

Si une sonde suicide qui tombe vers le trou noir envoie un signal vers le vaisseau resté en orbite, le signal va être décalé vers le \_\_\_\_\_ et mettre de \_\_\_\_\_ de temps à arriver. Le dernier signal qui parvient à s'échapper, juste avant que la sonde ne pénètre dans la zone de non-retour, prendra un temps \_\_\_\_\_ à atteindre le vaisseau.

### QUESTIONS DE RÉVISION (p. 315-317)

<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"/>	<b>14</b>	<b>15</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>18</b>	<b>19</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>21</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>24</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>26</b>	<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"/>	<b>36</b>	<b>37</b>	<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"/>	<b>45</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>49</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

### PROBLÈMES (p. 317-318)

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
-------------------------------------	-----------	-----------	-----------	-------------------------------------	-------------------------------------	-----------	-----------	-------------------------------------	-------------------------------------