

LA MESURE DE L'ÉVOLUTION DES ÉTOILES

Comment une étoile évolue-t-elle ?
Comment observe-t-on l'évolution des étoiles ?

Quelques chiffres (âges approximatifs) :

Soleil : 5 milliards d'années

Les Pléiades : environ 100 millions d'années

FORMATION ET FONCTIONNEMENT D'UNE ÉTOILE

★ De façon générale, les étoiles naissent à partir de l'effondrement d'un nuage, essentiellement composé d'hydrogène et autres composants.

La formation de l'étoile est progressive : gaz (dans le nuage) → « grumeaux » → gaz très dense et chaud → l'étoile se forme.

★ Une étoile est une énorme boule de gaz en fusion.

A la base de l'étoile, on trouve donc de l'hydrogène, qui va se transformer en hélium → énergie → chaleur.

L'équilibrage entre la gravitation et la pression (conditionnant l'évolution de l'étoile), va être possible par cette chaleur.

Si la chaleur diminue, alors l'équilibre sera rompu.

IMPORTANCE DE LA MASSE INITIALE

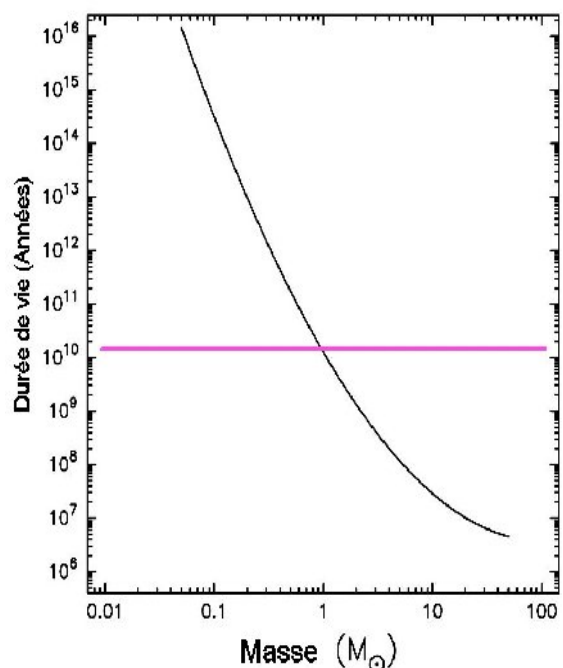
Toutes les étoiles n'ont pas la même masse à leur naissance.

Les étoiles de petite masse, comme le Soleil (qui est une étoile « standard »), sont celles qui se forment majoritairement.

A noter que **plus la masse de l'étoile est importante, moins elle vivra longtemps** (schéma ci-contre).

Cas du Soleil

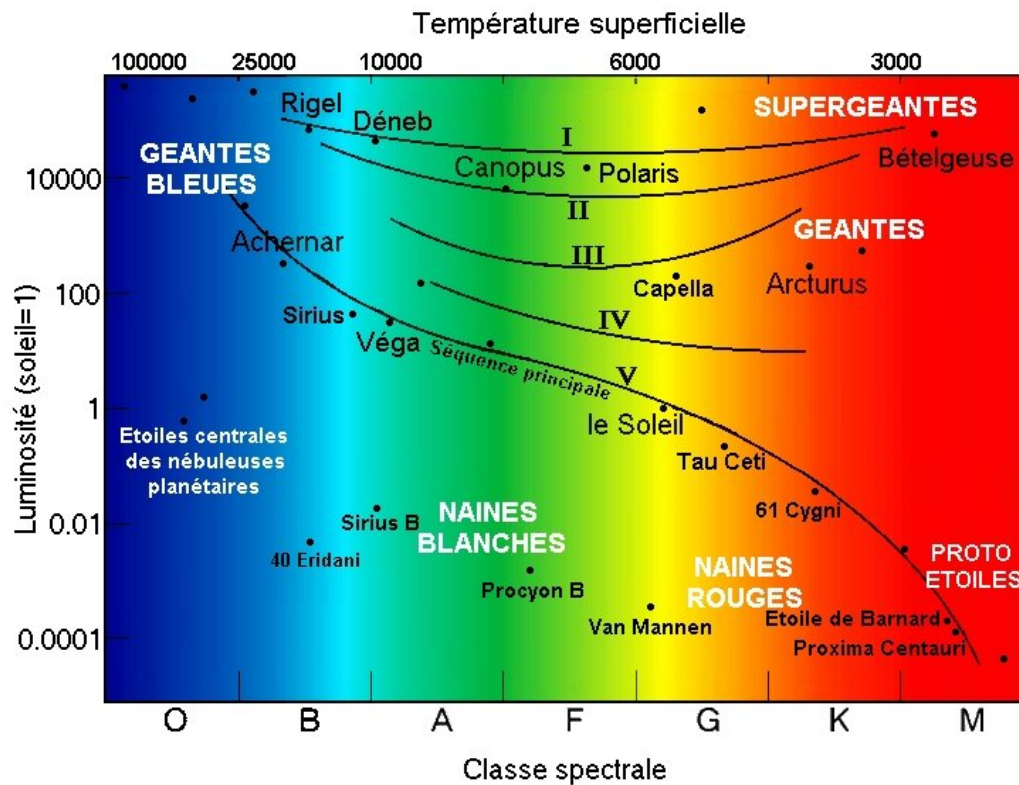
Dans les derniers moments de sa vie, le Soleil est une étoile qui grossit très progressivement jusqu'à devenir énorme.



LE DIAGRAMME HERZTSPRUNG-RUSSEL : outil de l'étude de l'évolution stellaire

Hertzsprung et Russel ont défini un diagramme, outil permettant de mesurer l'évolution de l'étoile.

Evolution dans le temps = changement de température et de luminosité

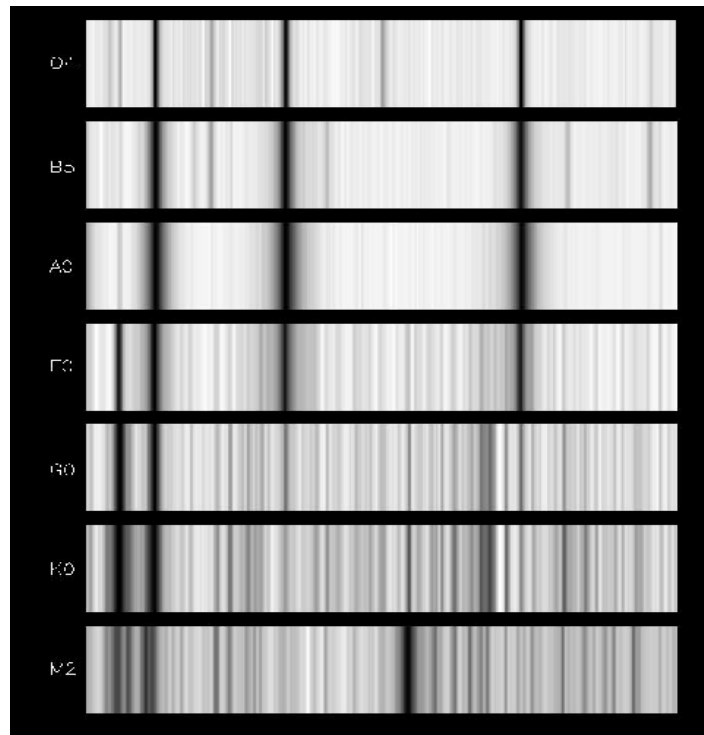


Pour placer une étoile sur ce diagramme ci-dessus, il faut **connaître sa température et sa luminosité**.

La température peut être définie en regardant l'étoile :

- une étoile bleue / blanche : environ 10 000 °C
- une étoile rouge : environ 3 000 °C
- Plus une étoile apparaît blanche à l'oeil nu, plus elle est chaude.

★ **La luminosité peut être définie par la netteté des raies.** Il faut donc faire le **spectre de l'étoile** : ce spectre comporte des zones sombres, des raies, montrant la **composition chimique d'une étoile**.



Sur le schéma ci-dessus, on peut observer des raies plus ou moins floues en fonction de la nature de l'étoile :

- Plus l'étoile brille, plus la raie va être floue : il s'agira alors d'une étoile très dense (ex. : les naines blanches ou le Soleil).
- Si l'étoile brille peu, la raie va être nette : il s'agira alors d'une grosse étoile dans laquelle le gaz sera peu dense (ex. : les géantes rouges).

→ A partir de ces informations, on saura alors **l'intensité réelle de l'étoile et son niveau de l'évolution**.

Si on se réfère au diagramme HR au-dessus :

- Le spectre des étoiles qui se trouvent sur la ligne I comportera des raies très nettes.
- Le spectre des étoiles qui se trouvent sur la ligne V, i.e. sur la séquence principale, comportera des raies floues.

On peut donc placer une étoile sur le diagramme HR sans même connaître sa distance.

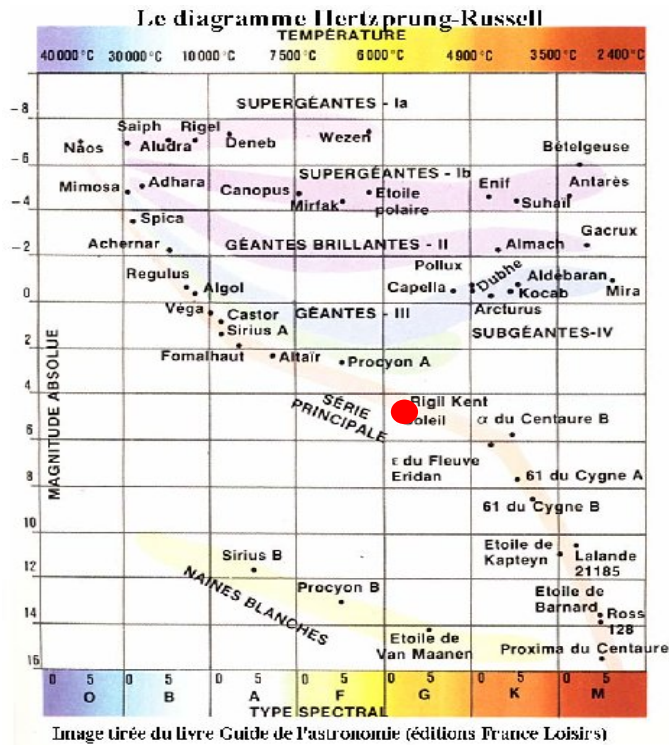
Ex. : G2V

G2 = symbole traduisant la température du Soleil

V = correspond à la séquence principale sur le diagramme HR.

LES DIFFERENTES PHASES DE LA VIE D'UNE ETOILE

Les naines blanches sont des résidus d'étoile (cf. sur le diagramme ci-dessous)



★ Le cycle du gaz

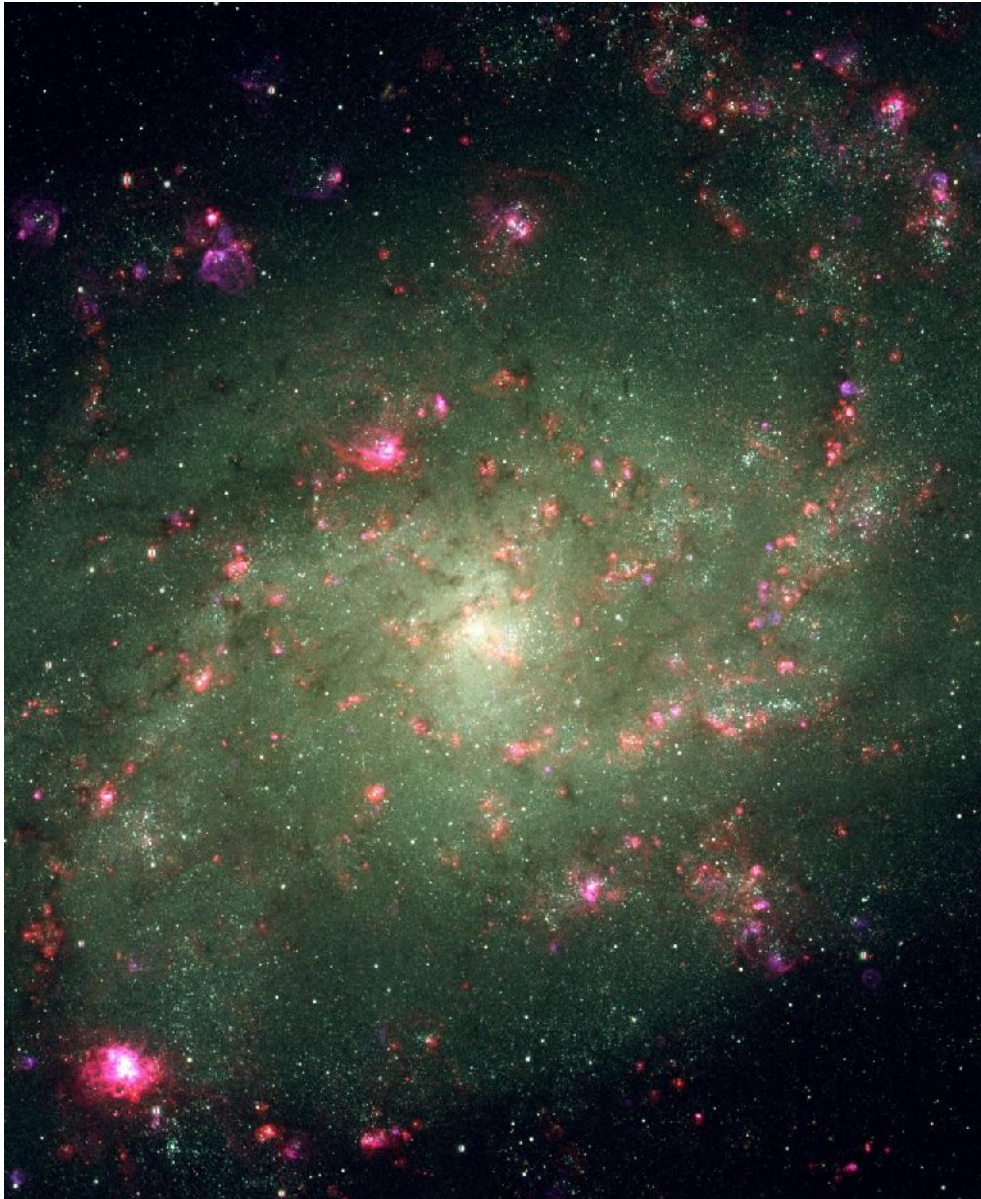
Exemple de l'évolution globale des étoiles dans une galaxie

Une étoile est formée à partir du **gaz issu de l'explosion d'étoiles arrivées en fin de vie** (celles-ci peuvent exploser en supernovae ou en nébuleuse planétaire). Ce **gaz éjecté** sera donc **source de reformation d'un nuage pour créer de nouvelles étoiles**.

★ L'évolution du gaz

Il est à noter qu'une étoile est une « **machine** » à **transformer des éléments**. Elle va transformer, au cours de sa vie, des **éléments chimiques** tels que l'hydrogène qui se transformera en Hélium pour finalement donner des atomes d'oxygène (voire des éléments plus lourds tels que le fer).

Le gaz fait donc partie intégrante de la formation des étoiles. Ci-dessous, sur la photo, les zones de formation d'étoiles sont colorées en rose.



Exemple du Soleil

Le Soleil a beaucoup d'éléments lourds, éléments qui contribueront à l'évolution de sa vie.

Il faut savoir que plus il y a de métaux (carbone, fer...) au sein d'une étoile, moins son évolution sera rapide, au contraire des étoiles qui ne comportent que de l'hydrogène et de l'oxygène.

Donc, pour une galaxie donnée, on peut établir approximativement la chronologie des étoiles dans la galaxie. En effet, les étoiles les plus riches en métaux se sont formées il y a moins longtemps à partir des vieilles étoiles qui ont explosé et donc libéré leur gaz pour reformer un nuage pour d'autres étoiles.

IMAGE DE LA 7th

L'univers, lieu de perpétuelle renaissance



Nébuleuse Oméga (M17) : pouponnière d'étoiles

Sandrine GARDON d'après la conférence de Sébastien POIRIER (Docteur en Astrophysique)

© 04/2006 – Sandrine GARDON / VOYAGER 3 Astronomie