

L'EVOLUTION DES ETOILES

Pourquoi et comment les étoiles évoluent-elles au cours du temps ?

Pour comprendre le fonctionnement des étoiles, on peut le comparer à celui d'une voiture.

UNE VOITURE	≈	UNE ETOILE
Fabrication à l'usine	≈	Formation des étoiles dans les nébuleuses, des nuages de gaz.
Le carburant (essence) est nécessaire pour toutes les voitures, quelque soient leurs types.	≈	Le carburant est principalement de l'hélium issu de la transformation de l'hydrogène. Ce sera le même carburant pour toutes les étoiles.
Au bout d'un moment, la voiture arrive en fin de vie (à la casse en général).	≈	<u>Fin de vie de l'étoile :</u> * pour une grosse étoile (soit 10 fois la masse du Soleil) => explosion en supernovae * pour une étoile de taille plus modeste (soit moins de 10 fois la masse du Soleil) => formation d'une nébuleuse planétaire , formée par éjection de gaz lors de l'explosion qui a créé une bulle. Il en restera le cadavre de l'étoile .

L'évolution correspond à la consommation de carburant, ce qui entraîne pour les étoiles une évolution de leur composition chimique (cf cours d'astrophysique intitulé « *Mesure de la composition chimique* »)

Mais comment évoluent-elles réellement ?

- La chaleur augmentant au coeur de l'étoile, il en découle une agitation au niveau du gaz, ce qui entraîne une réaction sur la pression.
- La gravitation, due à la masse de l'étoile, s'opposant à cette pression, le gaz va se concentrer au centre l'étoile. La pression est donc contre-balançée par la gravitation. De ce phénomène, il y aura une petite perte d'énergie qui correspondra au rayonnement.

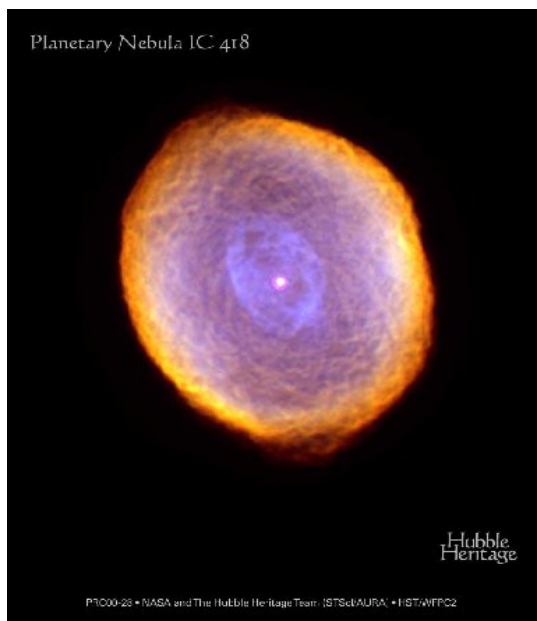
Au fil de sa vie, l'étoile connaîtra des **variations de chauffage**. Ainsi, la pression va à son tour varier, ce qui entraînera une nouvelle variation du diamètre et de la couleur de l'étoile (*pour plus de détails concernant ces évolutions, vous pouvez vous référer au 1^{er} cours d'astrophysique intitulé « Les couleurs de la voûte céleste »*).

LE CAS DU SOLEIL

Le Soleil terminera sa vie en une naine blanche.

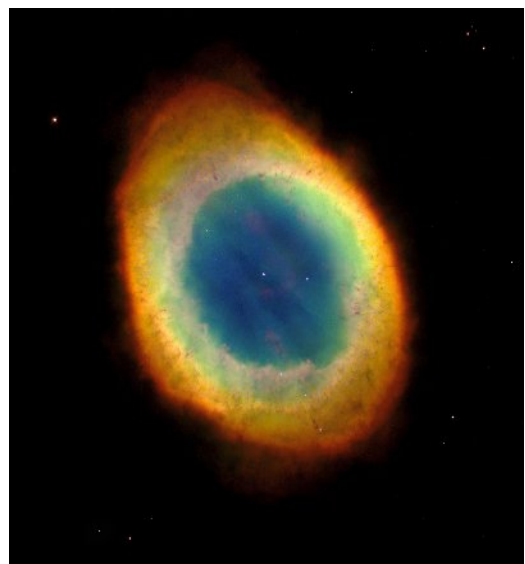
En 10 milliard d'années environ, le diamètre du Soleil aura évolué. Ce phénomène est le même pour toutes les étoiles qui débutent naturellement avec un petit diamètre et grossissent au fil de leur vie. **La chose qui va différencier telle ou telle étoile est la vitesse de grossissement qui sera différente.**

Enfin, il est à noter qu'en fin de vie, les formes des restes d'étoiles seront aussi différentes.



Ainsi, les étoiles dont la masse est égale à moins de 10 fois la masse du Soleil exploseront en nébuleuse planétaire, c'est-à-dire qu'elles formeront une bulle de gaz. (*photo ci-contre*).

Selon la rotation de l'étoile, la nébuleuse pourra être ovale comme ci-contre pour la nébuleuse de la Lyre.

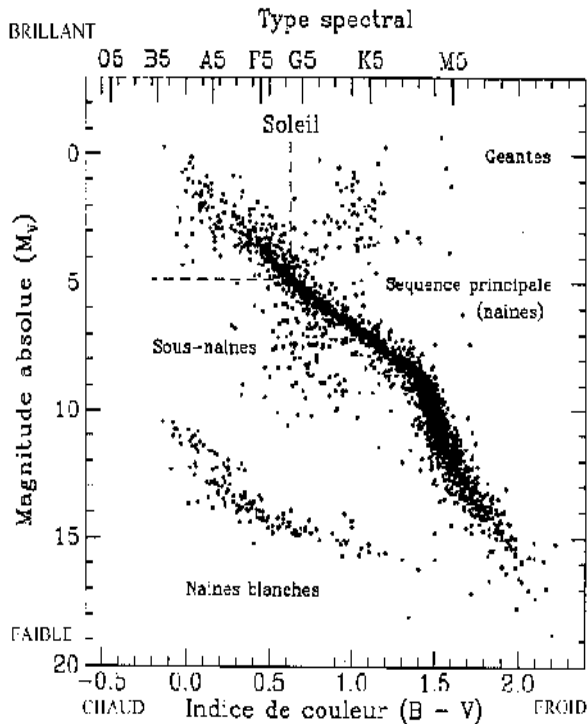


L'EVOLUTION D'AUTRES ETOILES

L'évolution et l'explosion d'étoiles n'ont jamais été observées en temps réel.

Pour se donner une idée de ces phénomènes, on a le **diagramme HR** à notre disposition. Ce diagramme représente les étoiles par couleurs et mesures d'intensité. La différence de couleurs nous donne un indice sur la température de l'étoile.

(Pour plus de détails concernant ce diagramme, vous pouvez vous référer au cours d'astrophysique intitulé « Mesure de l'Evolution des Etoiles »).



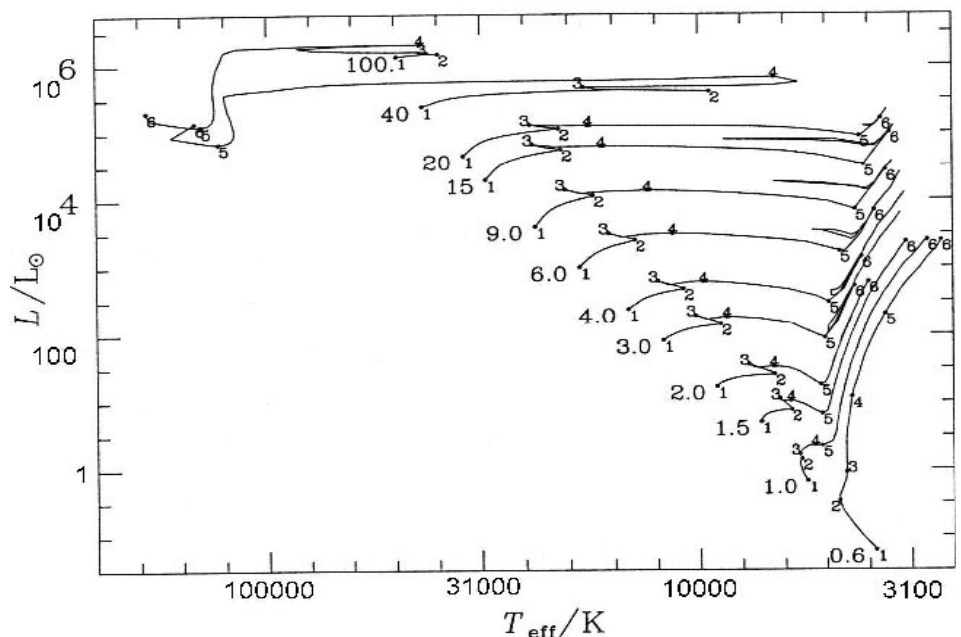
Il est à observer que **la plupart des étoiles se situent dans la séquence principale**. Si les étoiles sont en dehors de cette séquence, elles sont en fin de vie : **ce sont les géantes et/ou supergéantes**.

Les étoiles ont toutes une **espérance de vie différente** qui dépend de leur masse, d'où une très grande variété de ces espérances de vie. **A noter que plus les étoiles sont grosses, moins elles vivront longtemps.**

Le cas du Soleil

Si on regarde le diagramme HR ci-dessous, on voit que les étoiles passent 90 % de leur vie entre 1 et 2. Ensuite, **l'évolution est rapide vers la droite : l'étoile se refroidit**. Après cela, on voit que le trait représentatif monte vers le haut, ce qui traduit le **grossissement de l'étoile jusqu'au n°6 où elle explose**.

Le **décroché**, entre le n°2 et 3, quant à lui traduit la **consommation d'hélium**.



En bref, toutes les étoiles commencent leur vie le long de la séquence principale ; elles vont ensuite se refroidir, devenir rouges et grossir en taille avant d'exploser.

LA FIN DE VIE DES ÉTOILES

- Cas des étoiles ayant une masse inférieure à 8 fois celle du Soleil
Explosion en nébuleuse planétaire.
- Cas des étoiles ayant une masse supérieure à 8-10 fois celle du Soleil
Quand le noyau de fer est suffisamment grand au centre de l'étoile, il n'y a plus assez de production d'énergie. La chaleur va diminuer mais il reste la gravitation : il y a alors un **déséquilibre**, ce qui fait que l'étoile va s'effondrer sur elle-même et **exploser en supernovae**.

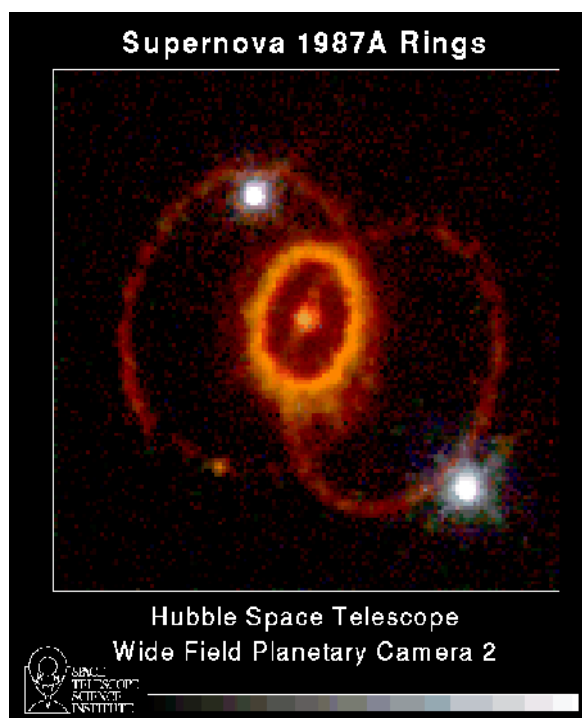
Il y a deux types de supernovae :

- **Type I** : plus précisément, il s'agit du **type Ia** : c'est le cadavre d'une étoile qui explose.
- **Type II** : c'est une grosse étoile qui vit donc peu de temps et explose en supernovae.

Le cas de la naine blanche (un cadavre d'étoile) avec une étoile proche : il y a rapprochement et attirance de la matière par la naine blanche. La matière devient de plus en plus importante jusqu'à réexplosion de la naine blanche

L'explosion d'une étoile en supernovae est aussi brillante qu'une galaxie, soit des milliards d'étoiles.

Ci-dessous des photos illustrant des supernovae :



En 1987



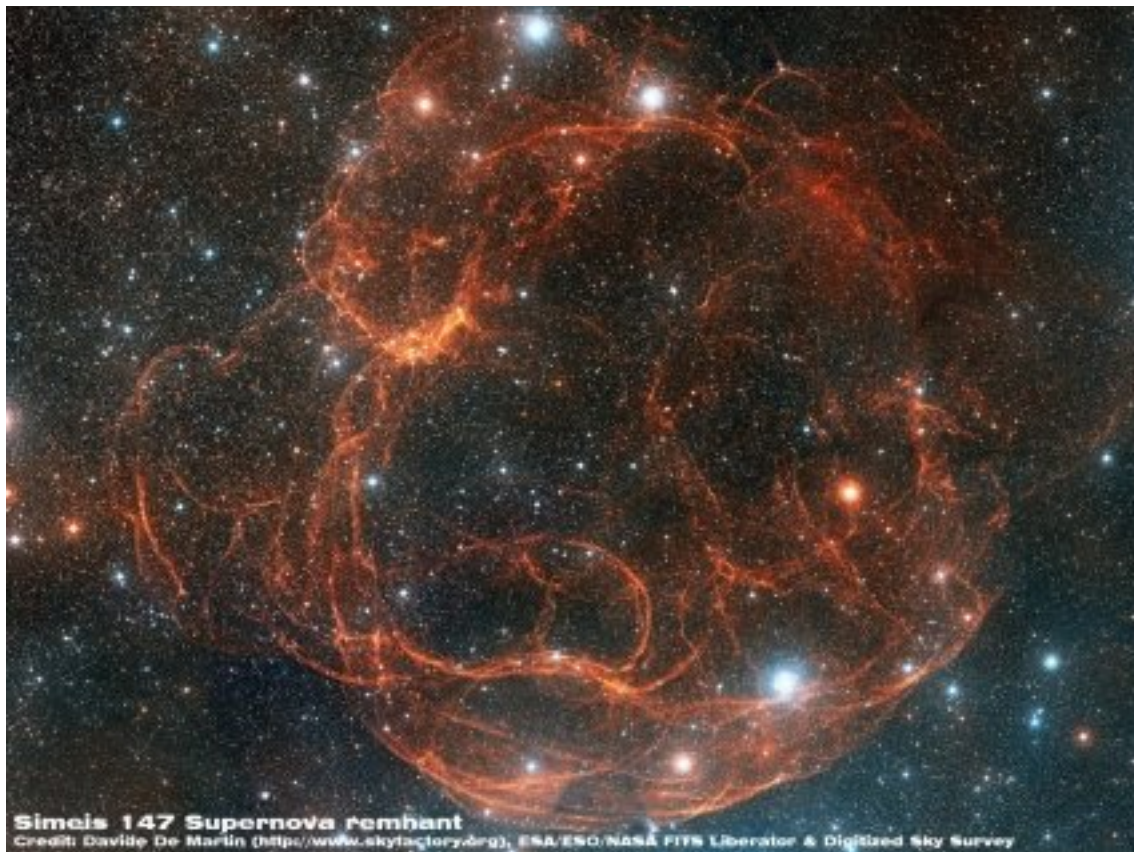
En 1054

50 000 ans après l'explosion de l'étoile



IMAGE DE LA FIN

Restes d'une supernovae



Simels 147 Supernova remnant
Credit: Davide De Martin (<https://www.skyfactory.org>), ESA/ESO/NASA FITS Liberator & Digitized Sky Survey

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

© 12/2006 – Sandrine GARDON / VOYAGER 3 Astronomie