

## LE MONDE SCIENTIFIQUE

### L'ASTRONOMIE

#### LES ETOILES

##### GENERALITES

###### \* Généralités sur les étoiles :

###### - Constitution :

Les étoiles sont d'énormes masses gazeuses en réaction thermonucléaire dont la pression et la température augmentent vers l'intérieur.

Le gaz provient de la matière cosmique interstellaire qui, après fragmentation se condense, se concentre en un point par accélération gravitationnelle. Il s'en suit la mise en route de réactions de transmutation de l'hydrogène.

Schéma : Nuage diffus - nuage dense - proto étoile - étoile.

La pression de gravitation est compensée par la pression gazeuse.

La perte de masse de l'étoile correspond à son rayonnement.

Exemple : Le Soleil perd 4 millions de tonnes par seconde. A cette cadence, il peut durer encore 5 milliards d'années. Le rayonnement du Soleil est apparemment constant.

###### - Energie :

La concentration de gaz cosmique en un point augmente la température.

A partir d'une certaine température (quelques centaines de milliers de degrés) un amorçage de réaction thermonucléaire se produit par le bombardement de noyaux atomiques par des particules (neutrons, particules alpha, etc.).

La réaction est fortement exo-thermique (produit de la chaleur).

L'accroissement de la température de l'étoile rend possible d'autres réactions encore plus puissantes.

L'essentiel des réactions thermonucléaires est donné par la transformation de l'hydrogène en hélium.

D'autres réactions font intervenir le carbone, l'azote, l'oxygène, le deutérium (hydrogène lourd), le lithium, le béryllium, le bore, etc. avec émission de rayons alpha, gamma, électrons, neutrons.

###### - Durée de vie :

La durée de combustion de l'hydrogène au cœur d'une étoile, c'est à dire sa durée de vie, est très variable. Elle est d'autant plus brève que l'étoile est plus massive. En effet, plus l'étoile est massive, plus sa température centrale est élevée, et par suite plus rapide sont les réactions de fusion, et plus vite s'épuise l'hydrogène disponible.

La durée de vie d'une étoile telle que le Soleil est voisin de 10 milliards d'années. La durée de vie d'une étoile dont la masse est de 25% supérieure est de 4 milliards d'années.

La durée de vie d'une étoile dont la masse est 3 fois la masse solaire est de 250 millions d'années. Ainsi de suite, 10 millions d'années pour 15 masses solaires, 4 millions d'années pour 40 masses solaires, 3 millions d'années pour 60 masses solaires.

A l'inverse, 25 milliards d'années pour 0,8 masse solaire.

###### - Masses :

Les étoiles répertoriées actuellement mesurent entre 0,1 et 50 masses solaires.

La science estime la limite théorique possible à 100 masses solaires, mais les 3/4 des étoiles observées ont une masse inférieure ou égale à celle du Soleil.

Les Naines Brunes ont une masse égale à 8/1000<sup>e</sup> de celle du Soleil, leur cœur n'est pas assez chaud pour que s'amorce une réaction de fusion nucléaire, la température superficielle est de 2 000 à 3 000 °C.

#### **- Dimensions :**

Les Naines Blanches, ont de très petits diamètres, comparables à celui de notre Terre, (Sirius B= 10 400 km).

Quand aux étoiles à neutrons, les Pulsars, leur diamètre est d'environ 20 à 30 km.

Le diamètre maximum observé est l'étoile Eta du Cocher, 2 700 fois celui du Soleil.

#### **- Densités :**

Là aussi les variations sont impressionnantes.

Les étoiles géantes ont une densité variant de 0,03 à 0,00003.

Les supergéantes ont des densités encore plus faibles, comme Bételgeuse = 1/10 millionième.

Par contre, dans les naines blanches, 1 cm<sup>3</sup> = 100 tonnes, et dans un Pulsar, 1 cm<sup>3</sup> = 100 millions de tonnes.

#### **- Magnitude :**

Eclairement produit par la lumière d'une étoile.

##### **° Magnitude apparente m :**

C'est la quantité de lumière arrivant à l'œil de l'observation depuis la Terre.

échelle : magnitude 0 : Véga au moment où cette étoile culmine au zénith par un ciel très clair. La magnitude apparente dépend de la distance de l'étoile et de sa luminosité.

##### **° Magnitude absolue M :**

C'est la magnitude apparente qu'aurait l'étoile considérée si elle se trouvait à une distance de 10 parsecs de l'observateur.

#### **\* Les différents types d'étoiles :**

Les étoiles sont caractérisées par leur nature et leur évolution.

Les étoiles passent la plupart de leur vie dans un état stable. Ce sont les étoiles dites de la séquence principale.

Elles peuvent néanmoins être très différentes les unes des autres.

Pour simplifier nous avons tout d'abord :

##### **- Les Géantes Bleues :**

Ce sont des étoiles très chaudes et de grande taille.

Elles évoluent très rapidement, et leur durée de vie est courte, (quelques dizaines de millions d'années).

Ex : Bellatrix, Spica, Shaula.

##### **- Les Petites Blanches ou Jaunes :**

Ce sont des étoiles moins chaudes, et de dimension plus petite, (de 0,8 à 3 fois le Soleil).

Leur durée de vie va de 500 millions à plusieurs milliards d'années.

Ex : Le Soleil, Sirius, Véga, Altaïr.

#### - Les Naines Rouges :

Ce sont des étoiles à faible circulation d'énergie, de petites dimensions, (de 0,1 à 0,6 fois le Soleil). Leur évolution est lente.

Ex : Etoile de Bernard, Proxima du Centaure.

#### \* La fin de vie des étoiles :

La fin de la vie des étoiles est beaucoup plus active. Elles accélèrent leur processus énergétique, et vont jusqu'à centupler leur taille. Nous avons alors :

#### - Les Super Géantes Rouges :

Elles proviennent des Géantes Bleues.

Ex : Bételgeuse, Antares.

#### - Les Géantes Rouges :

Elles proviennent des Petites Blanches ou Jaunes.

Ex : Aldébaran, Arcturus.

#### - Les Supernovae :

Ce sont des Super Géantes Rouges et des Géantes Rouges qui ont explosé.

Après l'explosion, ces Supernovae entament un processus de rétraction rapide avec ce qui leur reste de matière, et elles demeurent des objets extrêmement denses, (étoiles à Neutrons, Trous Noirs).

Dans les galaxies extérieures apparaissent parfois des étoiles de type Supernovae qui atteignent des éclats bien supérieurs à celui qu'atteint la galaxie elle-même.

Le bond en magnitude est estimé à 22.

Ex : La Nébuleuse du Crabe est le résidu de la Super Novae perçue en 1054.

#### - Les Naines Blanches :

Ces corps proviennent des ex Géantes Rouges.

Leur taille est comparable à la Terre, mais leur masse est proche de celle du Soleil, soit une densité d'environ une tonne par cm<sup>3</sup>.

Ex : Sirius B.

#### - Les Trous Noirs :

Ces corps proviennent des ex Super Géantes Rouges qui possédaient plus d'énergie.

Les Trous Noirs sont appelés ainsi car ces corps sont si denses, donc la gravitation est si forte, que même la lumière ne peut plus s'échapper. Ils sont donc invisibles.

#### - Les Naines Brunnes :

Ce sont des ex Naines Rouges qui, ne disposant pas assez d'énergie, perdent celle-ci par à-coups, (Flare Stars).

#### \* Etoiles particulières :

Beaucoup d'étoiles subissent des mouvements énergétiques très importants, soit à cause de leur cycle interne, soit à cause d'une instabilité d'état, ou par la présence d'un compagnon extérieur perturbateur.

Elles restent, pour la plupart dans les définitions ci-dessus, mais elles sont appelées "variables". Nous

avons alors :

**- Les Novae :**

Ce sont des étoiles à éclat variable dont l'éclat a une augmentation brusque suivie d'une diminution lente pour revenir à l'éclat primitif. Il faut parfois une dizaine d'années pour revenir à cet éclat primitif.

Origine : explosion due à l'expulsion en surface d'une partie de matière et de gaz.

Leur nombre est très élevé. Dans notre galaxie, on compte une vingtaine par an dont la magnitude atteint 9.

**- Les Pulsars :**

Ce sont des étoiles à neutron à vibration très rapide et à grande émission d'énergie, étoiles intermédiaires entre les Naines Blanches et les Trous Noirs.

**- T.Tauri :**

Jeunes étoiles.

**- Etc.**