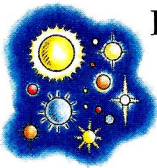


ÉTOILES

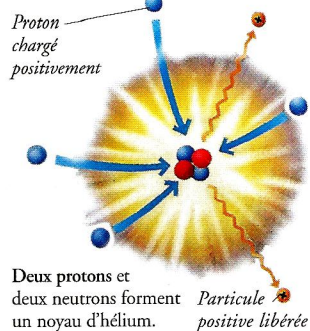


LES ÉTOILES sont les objets les plus nombreux de l'Univers. Ces boules de gaz chaud et lumineux tournent sur elles-mêmes. Dans la plupart des étoiles dominent l'hydrogène et l'hélium dont la transformation en éléments plus lourds libère de l'énergie. Le cycle de vie d'une étoile dure des milliards d'années et comprend plusieurs phases. La masse de l'étoile détermine son évolution et sa mort.

Nucléosynthèse

Ce sont les réactions nucléaires qui créent de nouveaux éléments au sein d'une étoile. Cette nucléosynthèse commence par la conversion de l'hydrogène en hélium. À des températures croissantes, des réactions successives mènent à la fabrication d'éléments toujours plus lourds, jusqu'au fer. Peu d'étoiles parviennent au bout du processus durant leur cycle de vie.

Quatre noyaux d'hydrogène (protons) entrent en collision. Deux particules positives s'échappent, convertissant deux protons en neutrons.



L'hydrogène se convertit en hélium. L'étoile entre dans la séquence principale du développement stellaire.

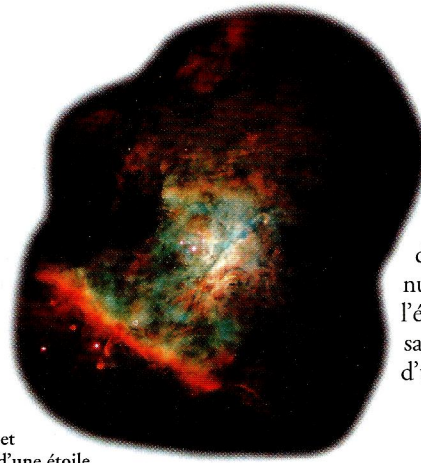
Le Soleil est à la moitié de sa séquence principale (10 milliards d'années).

L'étoile grandit à mesure de la combustion de l'hydrogène. Sa surface refroidit et rougit.

L'étoile devient une géante rouge et quitte la séquence principale.

Les couches externes de la géante rouge deviennent instables. La plupart des étoiles les perdent et deviennent des naines blanches.

Les étoiles les plus massives explosent en une supernova.



Naissance et évolution d'une étoile

Une protoétoile se condense, les réactions nucléaires commencent et de l'énergie se libère.

Nébuleuse d'Orion : nuage interstellaire de gaz et de poussières, berceau de nouvelles étoiles. En bas à gauche, quatre jeunes étoiles brillantes.

Naissance d'une étoile

Une étoile naît d'un nuage de gaz et de poussières. Comme le nuage tourne sur lui-même, la matière s'agrège et le nuage se divise. Ces petits nuages, étoiles en formation ou protoétoiles, tournent et s'agrègent à leur tour. Au-delà d'un seuil de température et de densité, les réactions nucléaires commencent et l'énergie se libère : l'étoile est née. Elle brille quand l'énergie atteint sa surface. Toutes les étoiles nées à partir d'un même nuage forment un amas stellaire.

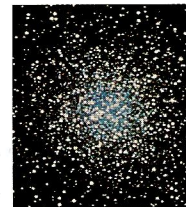
Les étoiles doubles

Près de la moitié des étoiles forment des « couples ». Les deux astres, nés ensemble à partir du même nuage, sont unis par les forces gravitationnelles.



Amas stellaires

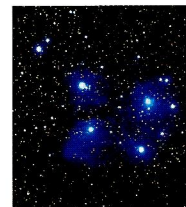
Ce sont des groupes d'étoiles. Un amas peut contenir quelques étoiles ou des milliers, formées à partir du même nuage primitif de gaz et de poussières. Elles ont à peu près le même âge, mais évoluent différemment.



Amas globulaire

Les étoiles âgées sont fortement agglomérées en amas sphérique. L'amas globulaire d'Hercule est formé de plusieurs centaines de milliers d'étoiles.

Amas d'Hercule



Amas ouvert

Les amas ouverts sont constitués de quelques centaines d'étoiles jeunes relativement dispersées. Les étoiles de l'amas des Pléiades sont entourées par le nuage qui les a formées.

Amas des Pléiades

Mort d'une étoile

Quand, après des milliards d'années, une étoile a consommé tous ses gaz en réactions nucléaires, elle commence à mourir. C'est la masse de l'étoile qui détermine le scénario de sa mort. Un corps de la masse du Soleil perd progressivement la matière de ses couches externes. Un autre, huit fois plus gros, finit en une gigantesque explosion appelée supernova, parce qu'elle ressemble à une nouvelle étoile brillante.

Naines blanches

C'est sous cette forme que se terminent les étoiles de moins de huit masses solaires. Une partie de leur matière s'est échappée ; le reste se condense en une étoile compacte (deux fois la taille de la Terre).



Une boîte d'allumettes de matière de naine blanche aurait le poids d'un éléphant.

Étoiles à neutrons et pulsars

Quand une étoile massive explose, son cœur s'effondre sur lui-même sous l'effet de la gravitation.

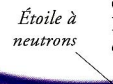
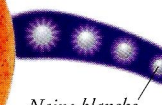
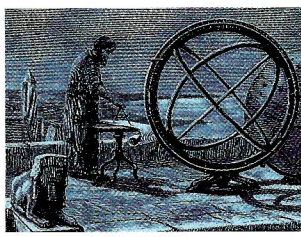
La matière est si densément compressée qu'elle est essentiellement formée de neutrons. Le résultat est une étoile à neutrons, de 10 à 15 km de large. Les pulsars sont des étoiles à neutrons en rotation rapide qui émettent des faisceaux d'ondes radio.



Une tête d'épingle de pulsar est plus lourde que le plus grand des pétroliers.

Hipparque

On doit au Grec Hipparque (II^e siècle av. J.-C.) le premier catalogue des étoiles, qui fut utilisé pendant 18 siècles. Il y classe 850 étoiles selon l'intensité de leur éclat. Ce classement correspond à celui de l'actuelle échelle des magnitudes.

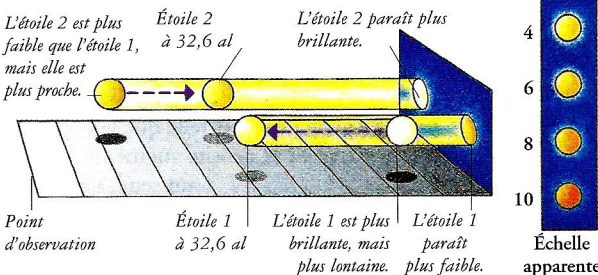


Éclat des étoiles

La quantité de lumière émise par une étoile détermine son éclat intrinsèque. Toutes les étoiles ne sont pas à la même distance de la Terre. Une étoile faible peut nous paraître plus lumineuse qu'une étoile brillante parce qu'elle est plus proche. Les astronomes utilisent donc deux échelles : la magnitude absolue mesure l'éclat intrinsèque, et la magnitude apparente l'éclat qui nous parvient. Plus une étoile est faible, plus sa magnitude est grande.

Magnitude

La magnitude apparente rend compte de l'éclat perçu depuis la Terre. Jusqu'à 6, les étoiles sont visibles à l'œil nu. À partir de 7, il faut un instrument optique. La magnitude absolue d'une étoile est la magnitude apparente qu'elle aurait si elle se trouvait à une distance de 32,6 al. Un saut de 1 dans l'échelle des magnitudes correspond à un éclat 2,5 fois moins élevé.



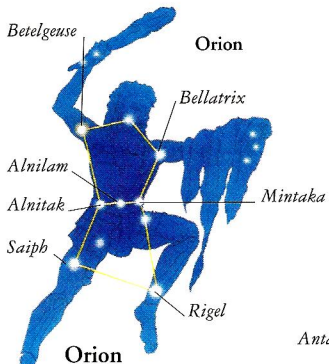
Constellations

Les étoiles semblent former des groupes aux formes caractéristiques. Ce sont les constellations. Beaucoup portent des noms d'animaux ou de personnages de la mythologie grecque. Les douze constellations du zodiaque constituent la toile de fond du mouvement apparent du Soleil et des planètes.



Autour du pôle

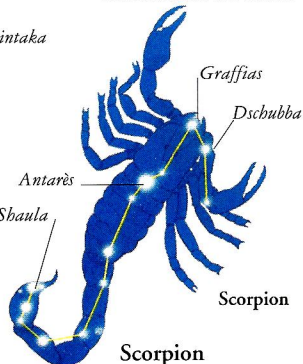
Sur cette photographie, les étoiles semblent décrire des cercles centrés sur l'étoile polaire : ce mouvement apparent est dû à la rotation de la Terre sur elle-même.



Orion

Orion, le chasseur, est une constellation aisément identifiable, située sur l'équateur céleste. Son étoile la plus brillante est Rigel, une supergéante à l'éclat bleu-blanc. Bételgeuse est une supergéante rouge.

Nom des étoiles : en plus de leur nom, les étoiles principales d'une constellation sont identifiées par une lettre de l'alphabet grec et le nom de la constellation.

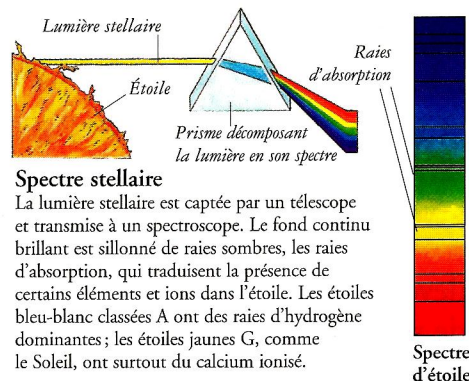


Scorpion

Une supergéante rouge, Antars, marque le centre du corps du Scorpion ; des étoiles plus faibles dessinent sa queue. Selon la légende, sa piqûre aurait tué Orion.

Classification

Le spectre d'une étoile apporte des informations sur sa couleur, sa température et sa composition chimique. Selon ces caractéristiques spectrales, on a différencié sept catégories principales d'étoiles par des lettres. Ce sont, de la plus chaude à la plus froide : O, B, A, F, G, K et M.



Spectre stellaire

La lumière stellaire est captée par un télescope et transmise à un spectroscopie. Le fond continu brillant est sillonné de raies sombres, les raies d'absorption, qui traduisent la présence de certains éléments et ions dans l'étoile. Les étoiles bleu-blanc classées A ont des raies d'hydrogène dominantes ; les étoiles jaunes G, comme le Soleil, ont surtout du calcium ionisé.

La température d'une étoile est liée à sa couleur. Les étoiles bleues, à gauche, sont les plus chaudes ; les étoiles rouges, à droite, sont les plus froides.

Les étoiles les plus brillantes sont en haut, et les plus faibles sont en bas.

Les étoiles de la séquence principale convertissent l'hydrogène en hélium.

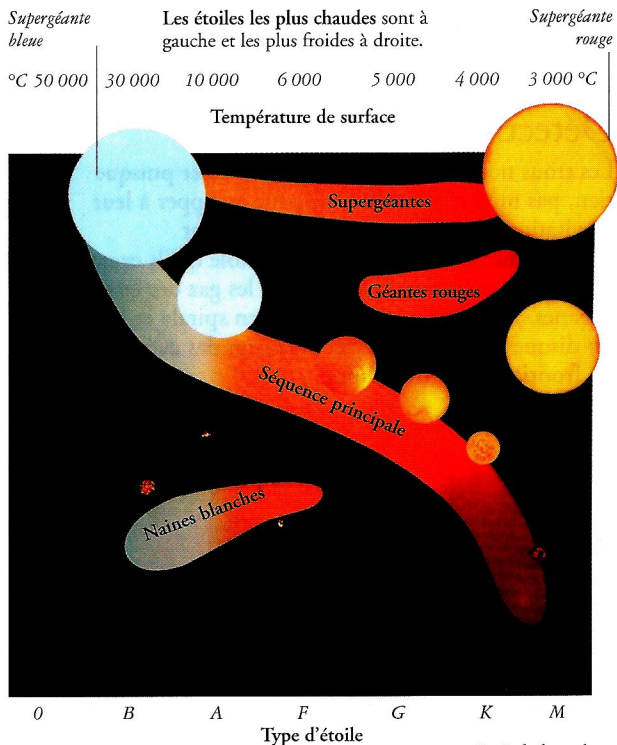


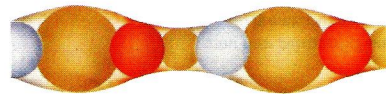
Diagramme de Hertzsprung-Russel

Sur ce diagramme, qui doit son nom aux astronomes qui l'ont inventé, les étoiles sont portées selon leur magnitude absolue et leur température. Elles forment alors des groupes, qui correspondent aux étapes de la vie d'une étoile. La plupart se situent dans une bande diagonale (depuis le haut à gauche jusqu'en bas à droite), la séquence principale. Au cours de son évolution, une étoile se déplace sur le graphique. Quand tout son hydrogène est consommé, elle quitte la séquence principale. Les étoiles géantes se trouvent au-dessus de la séquence principale, les naines en dessous. Les astronomes utilisent ce diagramme pour comprendre la formation et l'évolution des étoiles ainsi que les relations de leurs propriétés.

Le Soleil est dans la séquence principale (type G). De là, il passera dans les géantes rouges, puis dans les naines blanches.

Étoiles variables

L'éclat de certaines étoiles présente des variations périodiques, cette période allant de quelques minutes à plusieurs années. Les variations d'éclat peuvent s'expliquer par le fait qu'une étoile en éclipse une autre à intervalles réguliers. D'autres étoiles pulsent : leur couche externe se contracte et se dilate périodiquement, ce qui fait varier la brillance.



Les Céphéides sont des supergéantes jaunes qui changent périodiquement de taille et d'aspect. Leur luminosité varie au rythme des expansions et des contractions. La période va de 1 à 50 jours.

Cecilia Payne-Gaposchkin

Lorsque l'astronome américaine Cecilia Payne-Gaposchkin (1900-1979) a commencé ses travaux, l'une des préoccupations majeures des astronomes concernait la structure et la composition des étoiles. Elle a déterminé la température de surface de chaque type d'étoile, montré que les étoiles de la séquence principale contiennent principalement de l'hydrogène et de l'hélium, et découvert que la période des Céphéides dépend de leur magnitude.



VOIR AUSSI

ASTRONOMIE

BIG-BANG

GALAXIES

RAYONS X ET SPECTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

SOLEIL ET SYSTÈME SOLAIRE

TÉLESCOPES

TROUS NOIRS

UNIVERS