

Les étoiles

Introduction

L'univers observable

Les galaxies

Les types d'étoiles

La naissance des étoiles

La vie des étoiles

La mort des étoiles

Introduction

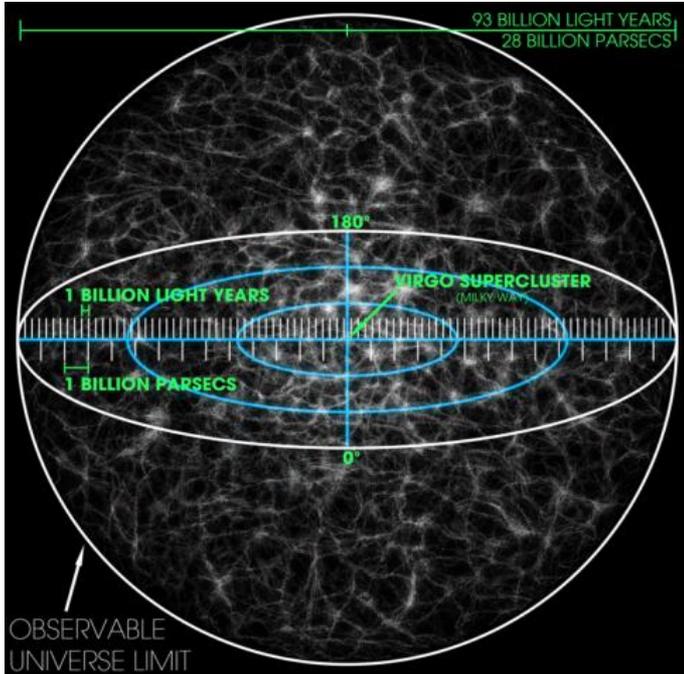
"Les étoiles sont nos ancêtres. Ce sont elles qui ont fabriqué par leur alchimie nucléaire, tous les éléments dont nous sommes constitués, et qui sont responsables de la complexité et de la beauté du monde. Une statue de Rodin , les pétales d'une rose, les bêtes sauvages, les êtres humains, ne sont que des poussières d'étoiles" (Trinh Xuan Thuan).

Chaque étoile est une énorme boule de gaz, rendue sphérique par la gravité ,qui rayonne du fait de l'énergie et de la lumière, générées en son cœur, par de nombreuses réactions nucléaires.

Tous les éléments chimiques de la nature naissent lors de ces réactions nucléaires et lors de la mort explosive des étoiles massives (les supernovae).

Tout comme les hommes, les étoiles naissent, vivent et meurent, non pas sur des échelles de temps d'une centaine d'années, mais sur des millions ,voire des milliards d'années.

L'univers observable



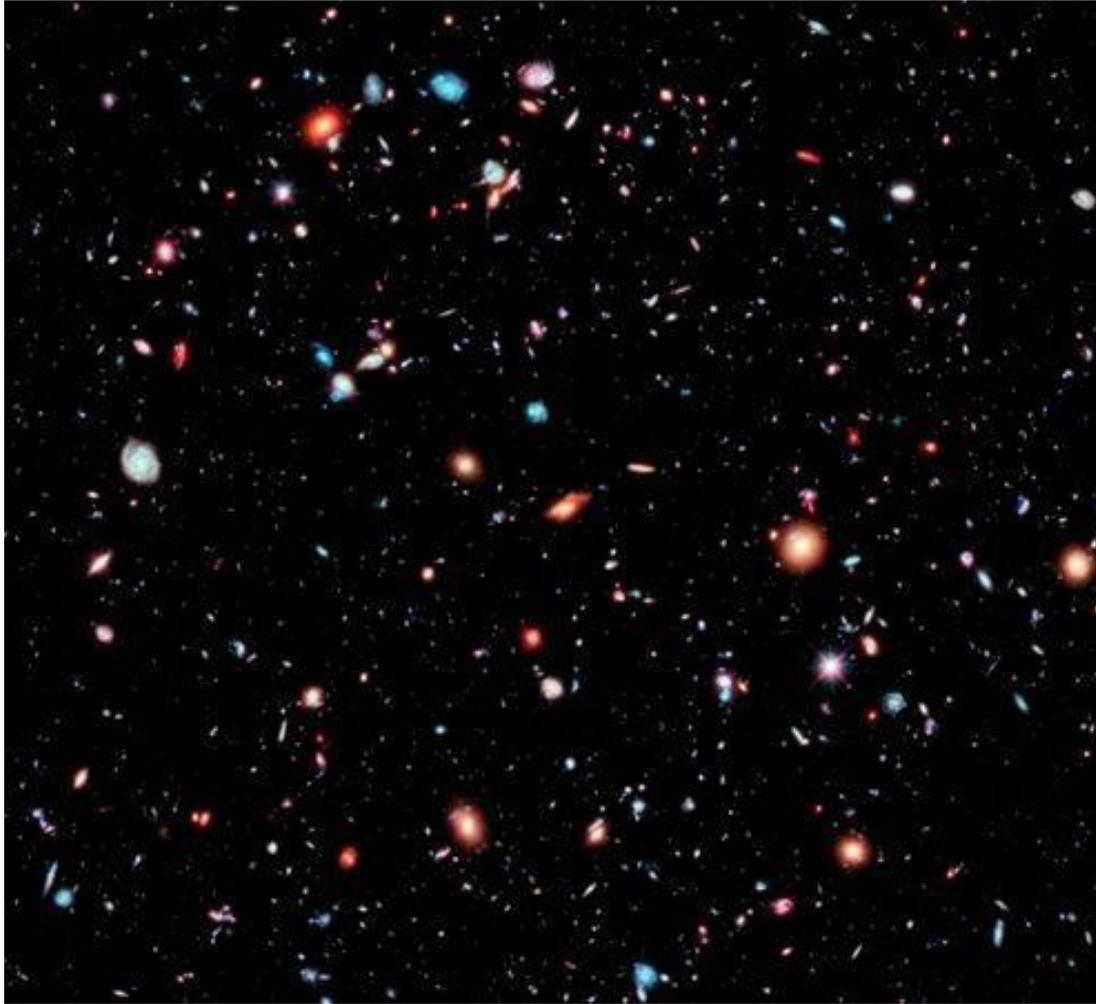
L'univers est si vaste que la lumière de certains objets n'a toujours pas atteint notre planète. C'est un problème auquel font face tous les astronomes : *"Nous ne pouvons voir qu'une petite "bulle" de l'univers. Ce qui est en dehors ? Nous ne le savons pas vraiment"*.

Cette petite bulle c'est l'univers observable. Quelle est sa taille? Nous savons que l'univers est âgé de 13,8 milliards d'années. Mais il faut prendre en compte le fait qu'il est en **expansion**.

En intégrant ce paramètre, les astrophysiciens estiment aujourd'hui que cette "bulle" observable présente un diamètre de 93 milliards d'années-lumière. **Soit 880.000 milliards de milliards de kilomètres.**

La partie de l'univers que nous pouvons observer aujourd'hui est la plus grande que nous pourrions jamais observer, si son expansion garde un rythme accéléré et croissant.

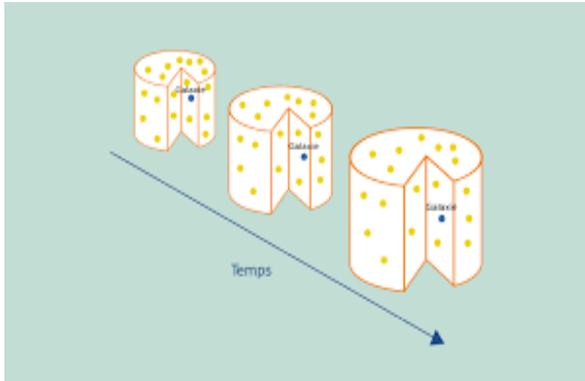
Les bords extérieurs de l'univers observable s'éloignent en effet plus rapidement que la vitesse de la lumière .Dans ce cas, la lumière de ces régions du cosmos ne pourra jamais nous atteindre.



Les observations du télescope spatial ont permis de reconstituer la photographie la plus éloignée de l'univers, à partir de la lumière émise par les galaxies il y a 13,8 milliards d .années.

L'expansion de l'univers est le nom du phénomène qui voit à grande échelle les objets composant l'univers (galaxies, amas) s'éloigner les uns des autres. Cet écartement mutuel, que l'on pourrait prendre pour un mouvement des galaxies dans l'espace, s'interprète en réalité par un gonflement, une dilatation, de l'espace lui-même, les objets célestes étant de ce fait amenés à s'éloigner les uns des autres

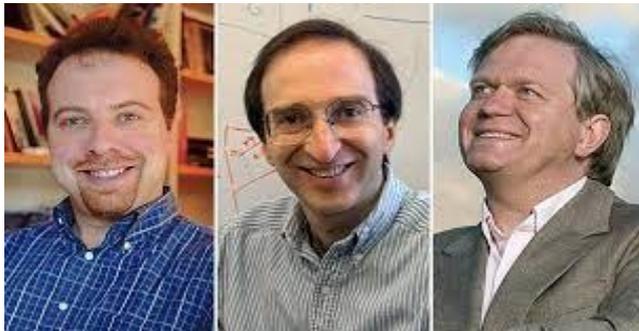
À plus petite échelle, l'expansion n'affecte pas la taille des galaxies elles-mêmes, la gravité « intérieure » ayant un effet prédominant.



C'est en 2011 que trois cosmologues ont reçu le prix Nobel de physique pour leur découverte (datant de 1998), mentionnant le fait que l'univers serait non seulement en expansion, mais que cette dernière se ferait de manière accélérée.

Extraits du communiqué du comité Nobel.

*"Depuis un siècle on savait que l'univers était en expansion après le Big-bang , qui s'est produit il y a 14 milliards d'années environ...
Cependant la découverte que cette expansion s'accélère est ahurissante. Si l'expansion continue de s'accélérer, l'univers terminera dans la glace."*



Ci-dessus, de gauche à droite, les lauréats de ce prix Nobel de physique, les cosmologistes **Adam Ries (1969-)** de l'Université John Hopkins à Baltimore, **Saul Perlmutter (1959-)** de l'Université de Californie (Berkeley), et **Brian Schmidt (1967-)** de l'Université nationale australienne.

Lors de leur découverte, en 1988, ils avaient respectivement: 29 ans, 39 ans et 31 ans . Ils étaient exceptionnellement jeunes mais ce prix leur a été attribué, comme tenu de l'importance de cette découverte;

En observant un type particulier de **supernovae**, dites de **type Ia** qui produisent toutes des explosions semblables, dont on connaît la **magnitude**, les lauréats ont découvert plus de cinquante supernovae éloignées, dont la lumière était plus faible que prévue : c'était un signe que l'expansion de l'univers était en accélération. Les supernovae sont des explosions cataclysmiques qui détruisent des étoiles entières .

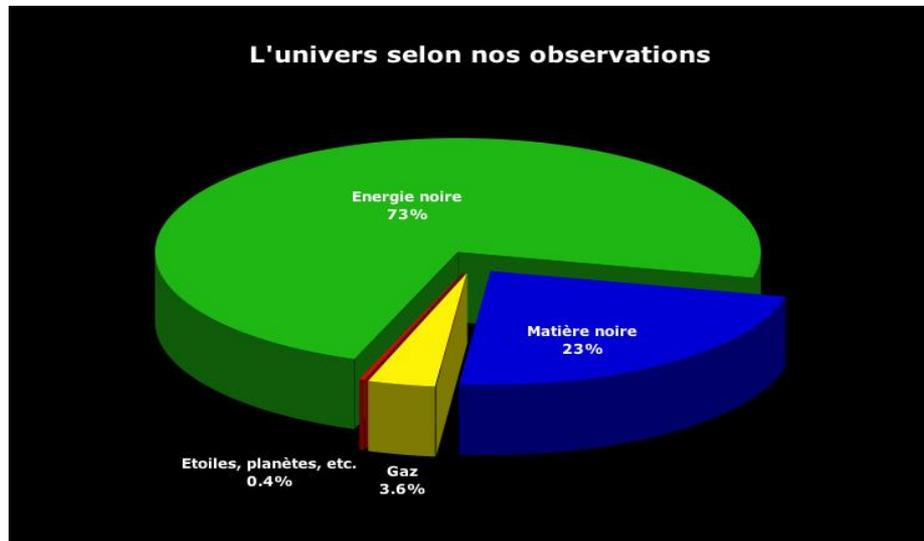
.La **magnitude apparente** (m) est la luminosité d'un objet tel qu'il apparaît dans le ciel nocturne.

Depuis le Terre ,la magnitude apparente dépend de la luminosité intrinsèque d'un objet, de sa distance à la Terre et des éléments réduisant partiellement sa luminosité

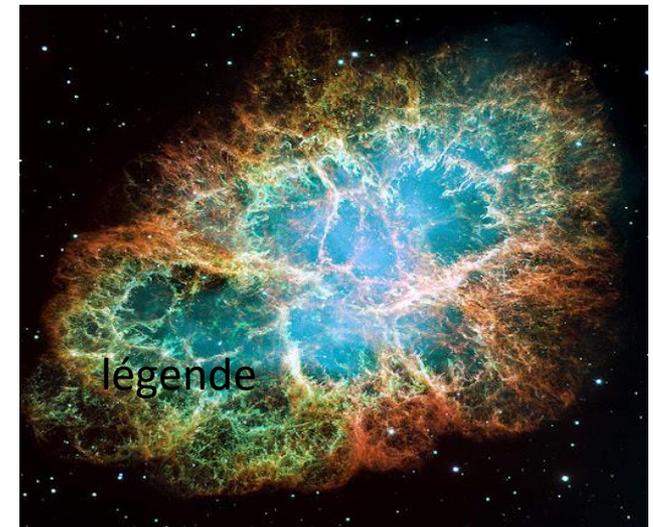
L'échelle de la magnitude est logarithmique . Ainsi une étoile de magnitude 1 est 2,5 fois plus lumineuse qu'une étoile de magnitude 2, et ainsi de suite . Une étoile de magnitude 6 est donc environ 100 fois moins lumineuse qu'une étoile de magnitude 0

La magnitude **absolue** (M) mesure la luminosité intrinsèque d'un objet; elle est définie comme étant égale à la magnitude qu'aurait cet objet s'il était placé à une certaine distance de la Terre (10 parsecs pour les étoiles). Un parsec représente 3,26 années-lumière.

Le Soleil a une magnitude apparente de -27, et Sirius ,l'étoile la plus brillante du ciel nocturne, de -1,46.



Composition de l'univers



Supernovae

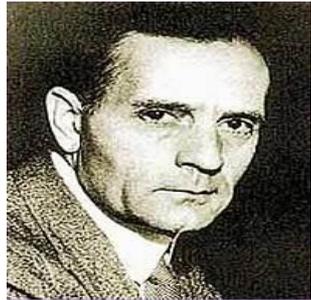
En 1856, l'astronome **Robert Pogson** propose une nouvelle classification des étoiles et choisit ,comme point zéro pour son échelle, l'étoile polaire dont il fixe la magnitude à 2. Mais par la suite les astronomes se rendent compte que l'étoile Polaire est une étoile variable et ils choisissent comme nouvelle référence l'étoile Véga , avec une magnitude de 0.

Mais de nouveau, il apparait que Véga est légèrement variable et depuis le XXI siècle, les astronomes utilisent des sources lumineuses stables en laboratoire.

Le rôle historique des céphéides



Henrietta Lewitt



Edwin Hubble



Georges Lemaître.

Une céphéide est une étoile variable, géante ou super géante jaune, de 4 à 15 fois plus massive que le Soleil et de 100 à 30 000 fois plus lumineuse .Son éclat varie de 0,1 à 2 magnitudes selon une période bien définie, comprise entre 1 et 135 jours, d'où elle tire son nom d'étoile variable.

En 1909, l'astronome américaine **Henrietta Lewitt** (1868-1921), découvre qu'il existe une relation entre la période des céphéides et leur luminosité. Plus la période est grande, plus l'étoile est brillante.

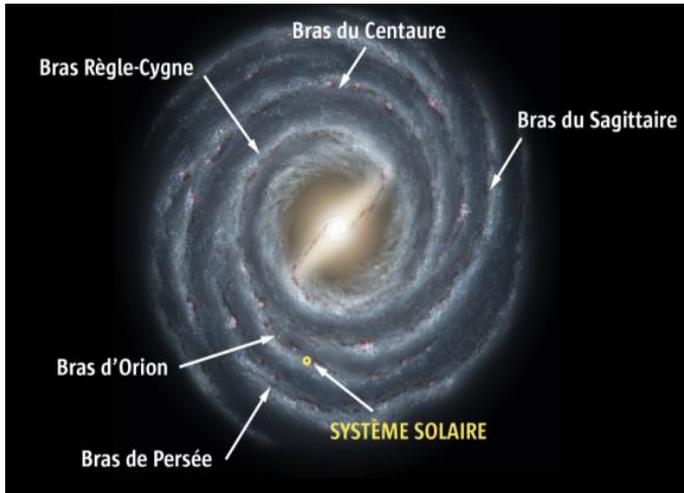
La découverte de cette relation période-luminosité allait permettre d'améliorer la compréhension de la nature de l'univers en démontrant l'existence d'autres galaxies en dehors de notre Voie lactée. En observant un décalage du rouge du spectre de plusieurs galaxies, **Edwin Hubble** (1889-1953) a montré que celles-ci s'éloignaient les unes des autres à une vitesse proportionnelle à leur distance. Cette relation, connue sous le nom de "loi de **Hubble-Lemaître**",(depuis 2018 avait néanmoins été prédite précédemment par **Georges Lemaître**, un prêtre et astronome belge qui avait publié son travail dans un journal bien moins visible;

Les galaxies

Les galaxies font figure d'oasis dans le désert de l'espace. Chauffées par le rayonnement des centaines de milliards que chacune héberge, elles permettent d'échapper au refroidissement perpétuel de l'espace galactique, provoqué par l'expansion de l'univers. Havres cosmiques, les galaxies fournissent un environnement où les étoiles peuvent irradier énergie et chaleur bienfaisantes, donc engendrer et nourrir la vie. Un univers d'une parfaite uniformité serait morne et stérile.

Les types de galaxie

Les galaxies ont des formes et des propriétés différentes. Elles se répartissent en trois catégories principales:



La voie lactée

Nombre d'étoiles: 300 à 400 milliards ?

Masse: 100 à 150 milliards de Soleil ?

Rayon: 52;850 AL

Les galaxies spirales

Ainsi appelées parce qu'elles comportent des bras spiraux. Notre voie lactée en est une. Ces galaxies sont habitées par des étoiles de tous âges. Les étoiles jeunes et vieilles ne cohabitent pas. Il existe une ségrégation bien marquée. Ainsi les étoiles jeunes, comme notre Soleil, logent-elles dans un disque aplati d'environ 100.000 années-lumière de diamètre, coexistant avec des nuages de gaz et de poussière. Dans ce disque se déroule un incessant recyclage de gaz en étoiles, et vice versa. Notre Soleil est un astre de la troisième génération. On trouve les étoiles les plus jeunes et massives dans des pouponnières stellaires résidant le long des bras spiraux, ce qui confère à ces derniers, cette teinte bleu irisé caractéristique de la jeunesse stellaire. Vers le centre, la densité des étoiles augmente et le disque s'épaissit pour former une sorte de bulbe. Dans certaines galaxies spirales, les étoiles situées au centre, au lieu de se disposer en bulbe, se déploient en forme de barre. Ce sont des galaxies spirales dites barrées. Notre galaxie en est un exemple..