

OÙ SOMMES-NOUS ?

La Terre est située dans une immense famille d'étoiles, une galaxie.



La Terre est une petite planète qui tourne autour de l'étoile Soleil.



Le Soleil, avec son cortège de planètes, d'astéroïdes, de comètes, est au cœur du système solaire.

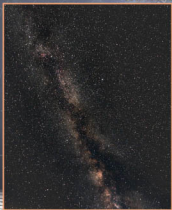


Le système solaire est à la périphérie de notre galaxie, parmi les cent à deux cent milliards d'étoiles qui la composent.

LA VOIE LACTÉE

La Voie Lactée est le nom que les Grecs ont donné à la grande traînée lumineuse et diffuse qui traverse le ciel par les belles nuits d'été.

Pour un observateur averti, la Voie Lactée est visible toute l'année, mais c'est sa partie la plus brillante qu'on observe l'été.

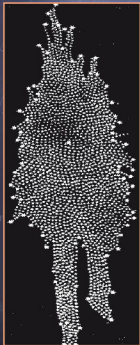


Pendant des siècles, les astronomes ne se sont pas intéressés au fond du ciel qui leur paraissait immuable et qu'ils appelaient la sphère des fixes. Seules les planètes qui se déplacent de manière perceptible à l'œil nu retenaient leur attention, jusqu'à la naissance de l'astronomie instrumentale.



UNE GALAXIE VUE DE L'INTERIEUR

En perfectionnant leurs outils d'observation, comme Galilée avec sa lunette astronomique, les savants découvrent que la Voie Lactée est composée d'un nombre immense d'étoiles, apparemment très proches les unes des autres.



William Herschel essaie de cartographier la Voie Lactée et en conclut qu'elle est un amas d'étoiles approximativement centré sur le Soleil.



En 1845, Lord Rosse, avec le

plus grand télescope de l'époque, observe des nébuleuses de forme spirale et fait le rapprochement avec la Voie Lactée.



30.000 ly

GALACTICA

UNE GALAXIE SPIRALE

Au XX^{ème} siècle, la Voie Lactée est reconnue par les scientifiques comme une galaxie spirale.

En 1918, Harlow Shapley montre que les amas globulaires ne sont pas centrés sur le Soleil, mais sur un point qui correspond à la partie la plus dense de la Voie Lactée.



Edwin Hubble étudie les céphéïdes dans les nébuleuses spirales. Il montre que ces nébuleuses sont extérieures à la Voie Lactée et sont d'autres galaxies.

90°
Dans les années 1930, la vision scientifique de notre galaxie se stabilise : un disque

plat de 100 000 années lumière de diamètre, avec un bulbe au centre.



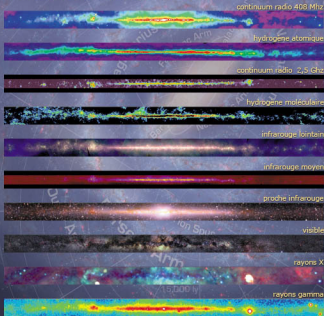
Dans les années 1950, l'hypothèse de la structure spirale de notre galaxie se confirme avec l'étude de la répartition des grands nuages d'hydrogène ionisée.



SUR TOUTES LES ONDES

Les observatoires terrestres et spatiaux permettent d'observer la Voie Lactée dans d'autres domaines que la lumière visible. Certains rayonnements traversent les nuages de poussière et nous informent sur le centre de la galaxie.

La Voie Lactée présente un visage très différent en fonction du domaine spectral utilisé.



La lumière visible n'est qu'une petite fraction de l'ensemble du rayonnement électromagnétique diffusé par les différents constituants de la Voie Lactée. Des astres ou nuages interstellaires qui nous paraissent invisibles, sont très « brillants » dans d'autres longueurs d'ondes.

30,000 ly

CARTOGRAPHIER LA GALAXIE

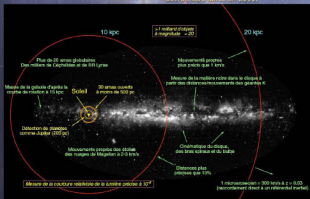
Les scientifiques bénéficient aujourd'hui des observations astrométriques réalisées à partir de satellites. Ils recensent les étoiles et constituent des catalogues.

Le satellite Hipparcos a permis de mesurer la position de 2 millions d'étoiles dans un rayon de 500 années lumière autour du Soleil. Cela ne représente qu'une infime proportion des étoiles de notre galaxie.



Pour aller plus loin dans la cartographie de la Voie Lactée et la découverte

d'exoplanètes, le satellite Gaia devrait être lancé en 2011.

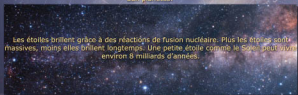


VIE ET MORT DES ÉTOILES

Dans les bras spiraux de la Voie Lactée, le gaz et la poussière interstellaire se concentrent pour former des étoiles. En fin de vie, les étoiles rejettent la matière enrichie d'éléments nouveaux.



La matière interstellaire est principalement composée d'hydrogène. Elle se concentre dans les bras spiraux, se fragmente et se s'effondre sur elle-même pour donner naissance aux étoiles et aux planètes.



Les étoiles brillent grâce à des réactions de fusion nucléaire. Plus les étoiles sont massives, moins elles brillent longtemps. Une petite étoile comme le Soleil peut vivre environ 8 milliards d'années.

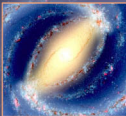
A la fin de leur vie, les étoiles éjectent leur matière dans l'espace, parfois sous forme d'explosion visible dans toute la galaxie. Des éléments comme le carbone, l'oxygène, le fer, vont enrichir la matière interstellaire et donner naissance à d'autres étoiles et planètes.



GALACTICA

CENTRE GALACTIQUE

Un trou noir supermassif de 4 millions de masses solaires se cache probablement au centre de la Voie Lactée.



Le centre de notre galaxie est très difficile à observer depuis la Terre, car il est masqué par des nuages de poussières.

Le centre de la Voie Lactée est très lumineux et très dense en étoiles.

Des observations en infrarouge ou comme ici en rayons X permettent de voir l'activité intense du centre galactique.



Des mesures très précises cumulées sur plusieurs années montrent des étoiles en orbite rapide autour d'un objet invisible : un trou noir ?

EXOPLANÈTES

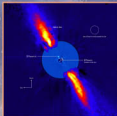
Depuis 1995, on détecte sans les voir des planètes autour d'étoiles proches du Soleil. Avec l'amélioration des technologies d'observation, les exoplanètes deviennent visibles. Il y a plus de 100 milliards d'étoiles dans la Voie Lactée, soit autant de systèmes planétaires potentiels.



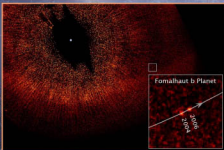
IRSX J16 est une planète encore très chaude, formée il y a moins de 100 millions d'années. Elle est à 130 années-lumière du Soleil, dans la constellation du Scorpion.



Trois planètes sont détectées en même temps, autour de l'étoile HR 8799 dans la constellation de Pégase.



Bêta Pictoris est une étoile connue pour son disque de poussière, détecté en 1984. Longtemps soupçonnée, une planète est confirmée en 2008.



Fomalhaut est une des plus brillantes étoiles du ciel. En étudiant le disque de poussières glacées qui l'entoure, les astronomes détectent une planète en 2004. Son mouvement orbital sur deux ans permet de déduire que Fomalhaut B tourne en 872 ans autour de sa jeune étoile.

AU-DELÀ DE LA VOIE LACTÉE

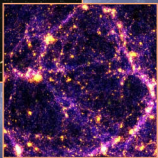
La Voie Lactée n'est pas la seule galaxie dans l'univers. Elle fait partie d'un amas d'une trentaine de galaxies. Les amas s'organisent en grandes structures, remplissant tout l'univers connu.

Environ 10 000 galaxies sont visibles sur cette image réalisée par le télescope spatial Hubble. Les plus lointaines sont à plus

de 10 milliards d'années lumière. Ce champ ne montrant qu'une toute petite partie du ciel, on en conclut que l'univers connu contient plusieurs millions de galaxies.



Les galaxies ne sont pas isolées dans l'espace. Regroupées en amas, elles se répartissent en filaments autour de gigantesques bulles apparemment vides de matière visible.



Simulation des grandes structures de l'univers. (OJA / CMS)

FORMES ET INTERACTIONS

Les galaxies présentent de multiples formes, spirales, elliptiques, irrégulières, en fonction de leur âge et de leur taille. Les galaxies étant regroupées en amas, elles sont proches les unes des autres et souvent, elles rentrent en collision avant de fusionner.



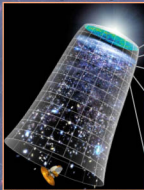
La Voie Lactée est actuellement de type spirale barrée. Mais elle peut devenir elliptique ou irrégulière en fonction de l'épuisement de sa matière interstellaire, ou des rencontres avec d'autres galaxies.

La Voie Lactée a subi de multiples collisions avec des petites galaxies et pourrait fusionner avec la grande galaxie d'Andromède dans quelques milliards d'années.

LA GENÈSE DES GALAXIES

Selon la théorie du Big Bang, l'Univers est en expansion depuis 13 à 15 milliards d'années. Les galaxies se forment très tôt dans l'histoire de l'Univers.

Très chaud à l'origine, l'Univers en expansion se refroidit. La distribution de la matière n'est pas uniforme. D'infimes irrégularités engendrent des effondrements gravitationnels, donnant naissance aux galaxies.

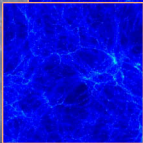
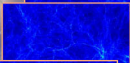
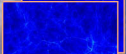
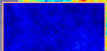


Évolution de l'univers, du big bang à nos jours.



Dès millions de galaxies parsèment la voûte céleste. En une seule photo, on peut en observer de très proches, semblables à la Voie Lactée) et des minuscules, en fait très éloignées et très jeunes, montrant les premiers âges des galaxies, il y a 10 milliards d'années.

jeunes, montrant les premiers âges des galaxies, il y a 10 milliards d'années.



Évolution de l'évolution des grandes structures de l'univers et de la formation des galaxies. (CPL / OHS)