

Bienvenue sous la voûte du planétarium par une nuit pure et sombre. Notre salle de 138 places est prête pour l'émerveillement, la découverte de l'astronomie, l'observation du ciel étoilé. Le planétarium nous invite au voyage, au rêve, nous permet d'apprendre et de réfléchir sur les représentations de l'Univers que l'humanité s'est faites dans son histoire jusqu'aux théories actuelles.

Une séance de planétarium représente un moment privilégié de calme et d'apaisement. Nous demandons donc aux groupes de respecter ce moment de tranquillité pendant la nuit dans laquelle le planétarium nous emmène.

# Les mystères du ciel austral

TOUT PUBLIC À PARTIR DE 12 ANS

## Le thème de la séance

L'astrophysique moderne fait appel à des instruments de haute technologie installés dans des lieux exceptionnels. Elle nous montre des images fascinantes du cosmos et propose des réponses étonnantes aux questions ancestrales que se posent les Hommes. Nous partirons au Chili, dans le désert de l'Atacama, à la découverte du ciel austral et de l'observatoire européen ESO où, à l'aide du VLT, les astronomes scrutent sans relâche l'Univers à la recherche de ses origines.

Cette séance sera l'occasion d'évoquer la naissance des étoiles et de leurs planètes, le monde des galaxies ainsi que l'origine et le devenir de l'Univers.

**Notions abordées durant la séance et informations complémentaires**  
(à titre de pistes pour le suivi pédagogique de la séance)

## L'ESO et le VLT :

10 pays européens – Allemagne, Belgique, Danemark, France, Italie, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse – sont réunis au sein de l'ESO (European Southern Observatory), créé pour organiser des recherches astronomiques européennes dans l'hémisphère Sud. L'ESO possède deux observatoires au Chili : la Silla et le Paranal. La Silla, inaugurée en 1969, compte de nombreux

télescopes dont le plus grand mesure 3,6 mètres de diamètre et une antenne submillimétrique de 15 mètres de diamètre. Le VLT (Very Large Telescope), installé sur le Cerro Paranal et inauguré en 1999, se compose de 4 télescopes de 8,2 mètres de diamètre pouvant fonctionner, au choix, de manière indépendante ou de concert, formant à ce moment-là la plus grande surface collectrice de lumière du monde (fig. 1).



figure 1 :  
les 4 coupoles du VLT  
(photo ESO)

**A propos du ciel observé à l'œil nu :**

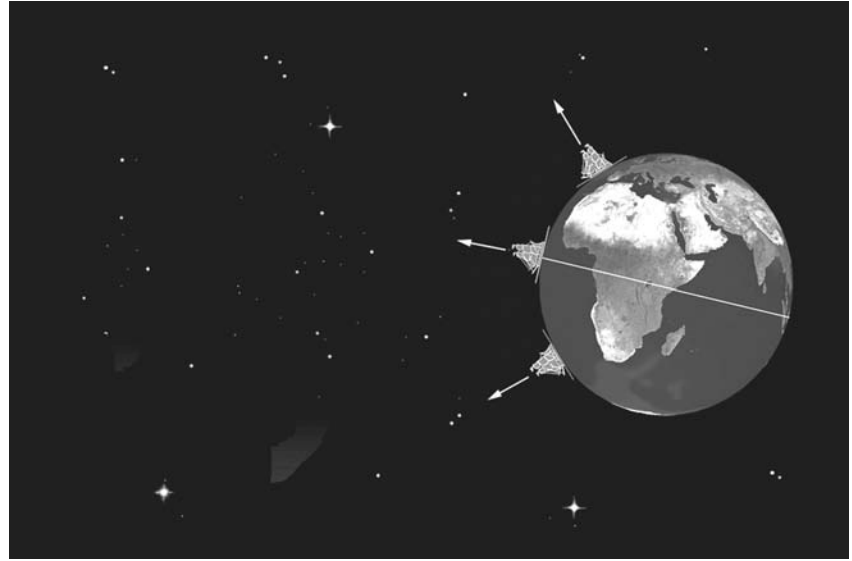
Une **étoile** est une sphère de gaz extrêmement chaud émettant, de ce fait, de la lumière. Cette chaleur est issue des réactions nucléaires se déroulant au centre des étoiles (à la manière d'une explosion nucléaire qui durerait plusieurs milliards d'années). Le Soleil est l'étoile la plus proche de la Terre et on peut aussi dire que les étoiles du ciel sont des soleils extrêmement lointains.

Une **constellation** est un regroupement arbitraire d'étoiles situées dans une même direction apparente du ciel, il s'agit d'un produit de l'imagination des Hommes. Les noms et les formes actuelles des constellations visibles depuis l'Europe sont étroitement liés aux mythologies antiques du bassin méditerranéen. Dans l'hémisphère Sud, les astronomes ont retenu les noms de constellations imaginées par les explorateurs et les marins européens à partir du XVII<sup>e</sup> siècle.

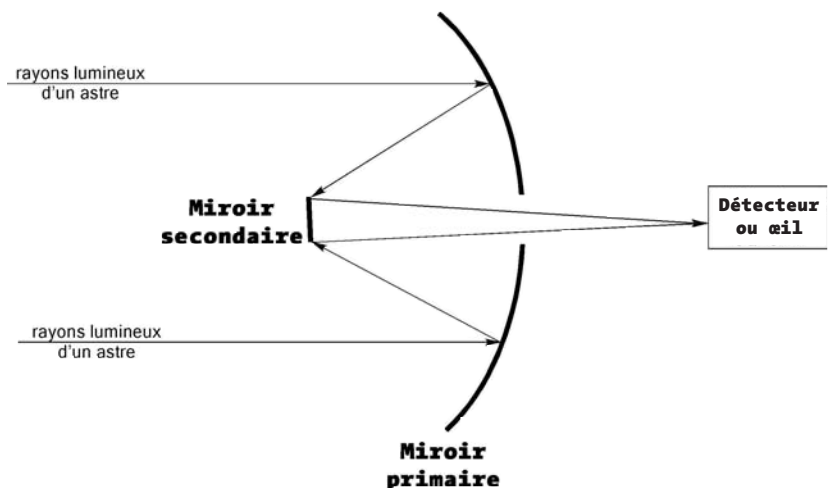
Depuis l'hémisphère Sud, les astronomes ont accès à une partie du ciel impossible à observer depuis l'hémisphère Nord, et réciproquement, du fait de la forme de la Terre. Des voyageurs partant de l'Europe vers le Sud verraient tout au long de leur périple le ciel basculer progressivement au dessus de leur tête (fig. 2).

**Des télescopes pour scruter et comprendre l'Univers :**

Les **télescopes** – composés de miroirs (fig. 3) – et les lunettes astronomiques – composées de lentilles – permettent d'agrandir notre vision des objets célestes ; ils agissent de plus comme des entonnoirs à lumière. Cela nous permet de saisir beaucoup plus de détails que ne l'est capable l'œil seul. Plus le diamètre d'un télescope augmente, plus la quantité de lumière collectée est importante, plus on voit des astres faibles en éclat et plus les détails sont précis.



*fig. 2 : visibilité du ciel depuis l'hémisphère Nord, l'équateur et l'hémisphère Sud : selon la position du bateau sur Terre, les étoiles et les constellations passant à la verticale du mât ne sont pas les mêmes.*



*figure 3 : schéma optique d'un télescope*

La qualité des images obtenues par les télescopes est limitée par l'agitation de l'atmosphère terrestre qui fait trembloter les images. Au VLT, pour diminuer cet effet, la turbulence atmosphérique est mesurée en permanence et les miroirs des télescopes, équipés de nombreux vérins, sont déformés en fonction de ces mesures. Cette méthode porte le nom d'optique adaptative.

L'œil humain ne perçoit qu'une toute petite portion de la lumière émise par les étoiles et les autres

objets du ciel. Au domaine de la lumière visible, il faut rajouter l'infrarouge, les ondes radio, les ultraviolets, les rayons X et les rayons  $\gamma$ , chacun apportant des renseignements sur la chimie et la physique des objets célestes. Pour chaque domaine de longueur d'onde, les astronomes ont développé des télescopes et des détecteurs différents. Les télescopes du VLT sont capables d'observer l'Univers en lumière visible et également en infrarouge.

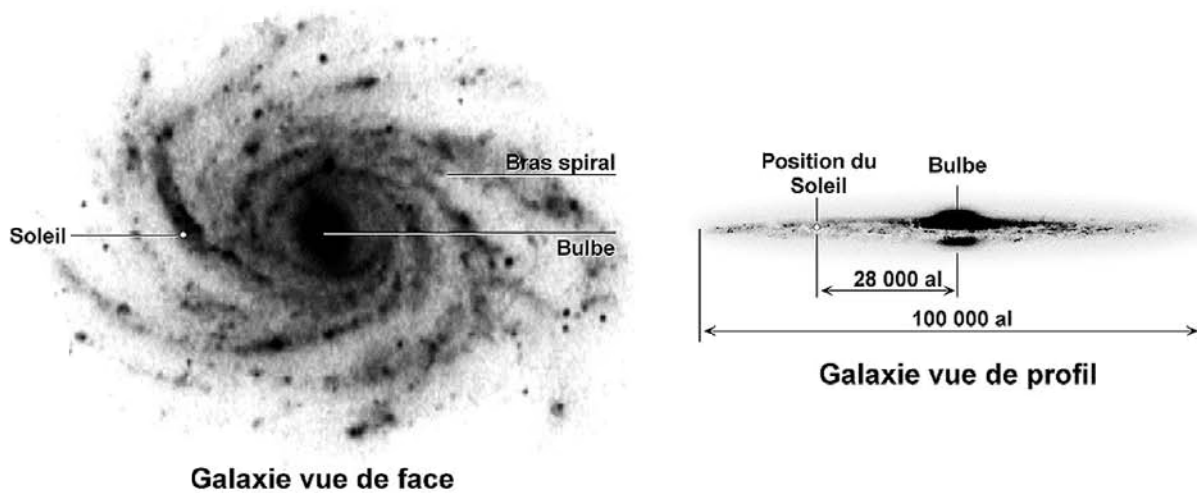


fig. 4 : Caractéristiques de notre Galaxie et position du Soleil (les distances sont exprimées en années-lumière, al)

La lumière se déplaçant à une vitesse finie (300 000 kilomètres par seconde), nous ne voyons pas les astres du ciel tels qu'ils sont actuellement mais tels qu'ils étaient au moment où la lumière a quitté leur surface. La galaxie d'Andromède, notre voisine, nous apparaît telle qu'elle était voici un peu plus de 2 millions d'années. Quant aux objets les plus lointains détectés actuellement, ils sont vus avec un décalage de temps de plus de 10 milliards d'années. Les télescopes sont en fait de véritables machines à remonter le temps ! Les astronomes utilisent couramment les années-lumière comme unité de distance. Une année-lumière est la distance parcourue par la lumière en une année soit environ 9 460 milliards de kilomètres.

#### La naissance des étoiles et des planètes :

Les étoiles se forment dans de grands nuages de gaz – essentiellement de l'hydrogène – et de poussières interstellaires, des nébuleuses. Les télescopes nous révèlent ces **nébuleuses**, très souvent éclatantes de couleurs ou bien se présentant sous la forme de grandes

masses sombres masquant les étoiles lorsque les poussières les rendent opaques. Le Soleil, à la manière des autres étoiles, est né par contraction d'une partie du gaz d'une nébuleuse voici 4,56 milliards d'années.

L'observation d'étoiles jeunes (agées de quelques millions d'années) à l'intérieur des nébuleuses montre que nombre d'entre elles sont entourées d'un disque de gaz et de poussières. Certains de ces disques, dits protoplanétaires, donneront naissance à des planètes tournant autour de leur étoile.

Pendant longtemps, le Soleil est resté la seule étoile connue de nous autour de laquelle tournaient des planètes (Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et Pluton). Depuis 1995, les astronomes détectent régulièrement des exoplanètes ou planètes extrasolaires, c'est-à-dire, tournant autour d'une autre étoile que le Soleil.

Parmi toutes les exoplanètes qu'il nous reste à découvrir, certaines sont peut-être situées à la bonne distance de leur étoile pour que la température y permette, comme sur la Terre, la présence d'eau liquide et peut-être même le développement de la vie !

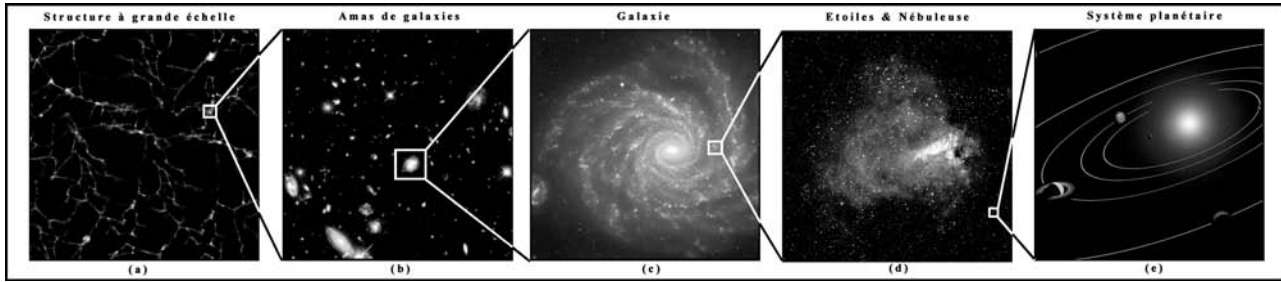
#### Les étoiles n'aiment pas la solitude :

Certaines étoiles, partageant une origine commune, sont rassemblées en amas. On distingue les **amas ouverts** composés d'étoiles jeunes et assez peu nombreuses des **amas globulaires**, d'aspect compact et de forme sphérique, comptant plusieurs centaines de milliers d'étoiles.

Il existe de beaucoup plus vastes ensembles regroupant des étoiles d'âges et d'origines diverses, des amas d'étoiles et des nébuleuses. Ce sont les **galaxies**, qui peuvent contenir quelques centaines de milliards d'étoiles liées entre elles par les forces de gravitation.

Notre étoile, le Soleil, fait partie d'un tel ensemble contenant environ 120 milliards d'autres étoiles. Depuis la Terre, en regardant la **Voie Lactée**, nous observons notre Galaxie de l'intérieur, qui semble de fait nous entourer (fig. 4). Les étoiles qui dessinent dans le ciel les constellations familières appartiennent elles-aussi à notre Galaxie.

Deux petites galaxies tournent autour de notre Galaxie, il s'agit du Petit Nuage de Magellan et du Grand Nuage de Magellan, observables à l'œil nu dans le ciel de l'hémisphère Sud.



**figure 5 : architecture générale de l'Univers (a) à grande échelle (plusieurs centaines de millions d'années-lumière), les super-amas de galaxies sont concentrés le long d'immenses filaments – (b) les galaxies sont regroupées en amas pouvant contenir jusqu'à plusieurs milliers d'individus; la taille de ces amas se compte en millions d'années-lumière – (c) une galaxie compte quelques centaines de milliards d'étoiles ; notre Galaxie mesure environ 100 000 années-lumière de diamètre – (d) à l'intérieur des galaxies, se trouvent non seulement des étoiles mais également des nébuleuses (vastes nuages de gaz et de poussières) pouvant s'étendre sur plusieurs dizaines d'années-lumière - (e) les étoiles, à l'image du Soleil, peuvent être entourées d'un cortège de planètes. Dans notre Système solaire, la dernière planète, Pluton, se trouve à environ 6 heures-lumière.**

L'observation permet de se rendre compte que ces galaxies se regroupent en amas de quelques dizaines à quelques milliers de galaxies. Ces amas forment eux-mêmes des super-amas qui se répartissent en d'immenses filaments, donnant à l'Univers l'aspect d'une éponge géante.

#### **A propos de l'évolution de l'Univers :**

En observant l'Univers à grande échelle, les astronomes se sont rendu compte que les galaxies se fuyaient les unes les autres. Cette observation, combinée à la théorie de la relativité générale, est interprétée comme un effet de l'expansion de l'espace. Ce qui conduit, en remontant le cours du temps, à imaginer que les distances entre les différents points de l'Univers ont été par le passé beaucoup plus petites qu'aujourd'hui. Par voie de conséquence, l'Univers était beaucoup plus dense et chaud qu'il ne l'est actuellement. En poursuivant cette logique, on aboutit à un moment où l'Univers aurait été tellement contracté que l'on ne pourrait pas remonter plus loin, c'est ce que les astronomes appellent le Big Bang, datant de 12 à 15 milliards d'années.

Infiniment chaud et dense au départ, l'Univers n'aurait cessé de se

dilater et de se refroidir depuis. Au fur et à mesure de la baisse de la température, la matière a pu s'organiser avec, notamment, quelques millions d'années après le Big Bang, l'apparition des premières galaxies. Quel sera le devenir de notre Univers en expansion ? La gravité sera-t-elle suffisante pour ralentir, voire inverser l'expansion et provoquer la contraction de l'Univers ? Ou, au contraire, comme semblent l'indiquer des observations récentes, l'expansion de l'Univers serait-elle en pleine accélération ?

Comment prédire l'avenir de notre Univers lorsque les observations nous indiquent qu'une grande majorité de la matière et de l'énergie qui le constituent échappent aux regards assidus de nos télescopes ? Pour connaître précisément la manière dont l'Univers évolue, il est impératif d'en savoir plus sur cette matière invisible qui se manifeste pourtant par les forces de gravitation, la matière qu'on nomme tour à tour masse cachée, masse manquante, matière noire... Il est également nécessaire d'en savoir plus sur la mystérieuse énergie inconnue qui accélérerait l'expansion de l'Univers, celle qu'on a baptisé énergie sombre, par opposition à l'énergie lumineuse.

#### **Pour en savoir plus**

##### **• Généralités**

*Astronomie & Astrophysique* - M. Séguin, B. Villeneuve - DeBoeck Université

*Dictionnaire de l'astronomie* - P. de la Cortardière - Larousse

*L'Univers, une exploration de l'infini* - S. Brunier - Bordas

##### **• Les exoplanètes**

*Les nouveaux mondes du cosmos* - M. Mayor, P.Y. Frei - Seuil

##### **• Origines et évolution de l'Univers**

*Univers* - J. Demaret - Editions Le Mail

*Les mirages de la création* - M. Riordan, D.N. Scramm - Bibliothèque Albin Michel Sciences

*Le Big Crunch, les 3 dernières minutes de l'Univers* - P. Davies - Hachette

##### **• Actualité astronomique**

*Ciel et Espace* - revue mensuelle éditée par l'AFA, disponible en kiosque

##### **• ESO et VLT**

<http://www.eso.org/>