

# UNIVERS

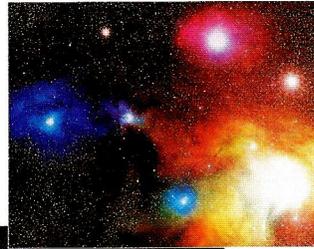
L'UNIVERS EST L'ENSEMBLE de tout ce qui existe, des particules les plus infimes aux structures les plus vastes, sur Terre et dans l'espace. Il comprend tout ce que nous voyons et connaissons, et une bonne part d'invisible et d'inconnu. La conception de l'Univers (sa définition, son origine, son avenir) a évolué au cours des siècles. Aujourd'hui, les scientifiques ont accumulé énormément de données, mais il reste encore beaucoup d'inconnues.

**La « Grande Muraille »**  
La distribution à grande échelle des galaxies semble montrer qu'elles s'organisent selon de vastes structures filamenteuses, entourées de gigantesques plages de vide. Ci-contre, une image de synthèse de l'un de ces filaments, découvert en 1989, la « Grande Muraille ».



Supernova : mort d'une grande étoile

Les galaxies contiennent des milliards d'étoiles.



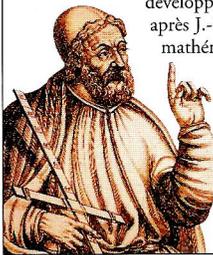
**La matière interstellaire**  
Fait de gaz diffus et de poussières, elle constitue environ 10 % de l'Univers. Localement, gaz et poussière sont tellement « dilués » qu'on se rapproche du vide. Ailleurs, ils forment d'énormes nuages (nébuleuses) qui peuvent être à l'origine de nouvelles étoiles, tandis que les étoiles mourantes restituent leur matériel.

Le Soleil : une étoile commune, d'âge moyen

L'Univers est apparu il y a 15 milliards d'années lors du big-bang. Depuis, la matière s'est organisée en galaxies, étoiles, planètes et êtres vivants.

## Ptolémée

La Terre a été longtemps considérée comme le centre de l'Univers, tous les autres objets célestes tournant en cercle autour d'elle. Cette vision géocentrique du monde a été développée au II<sup>e</sup> siècle après J.-C. par l'astronome, mathématicien et géographe grec Claude Ptolémée, qui rassemble dans un traité intitulé *Almageste* les théories astronomiques de la Grèce antique.



Comète

Amas stellaire

Nébuleuse

Planètes

Position apparente de l'étoile

Position réelle de l'étoile

Trajet de la lumière

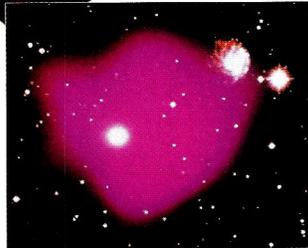


## Relativité générale

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, Einstein a montré que la gravitation n'affecte pas seulement les objets, mais courbe l'espace lui-même. Selon cette théorie de la relativité générale, la lumière est déviée dans un champ gravitationnel. Ainsi, la trajectoire de la lumière d'une étoile est déviée sous l'effet de l'attraction du Soleil.

## La gravitation

Les lois de la gravitation régissant l'attraction de deux corps sont universelles. Plus un corps est lourd plus son attraction gravitationnelle est élevée. La masse de la Terre retient les objets sur sa surface (pesanteur), celle du Soleil assure la cohésion du système planétaire, et celle des étoiles maintient leur masse gazeuse.



## Matière noire

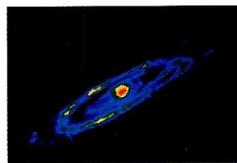
L'observation des galaxies suggère que 90 % de la matière échappe aux instruments des astronomes. Cette matière invisible, masse cachée ou matière noire, pourrait notamment constituer les trous noirs.

## Observer l'Univers

Tout ce que l'on connaît de l'Univers a été observé depuis la Terre ou ses environs. Des télescopes enregistrent les rayonnements électromagnétiques transmis par les objets de l'Univers. Chaque type de télescope ne captant qu'une certaine gamme de longueurs d'onde, les « images » fournies sont complémentaires.

### Infrarouge

Rayons infrarouges émis par la galaxie d'Andromède. Ils permettent de localiser des objets froids et des régions invisibles aux longueurs d'onde optiques.



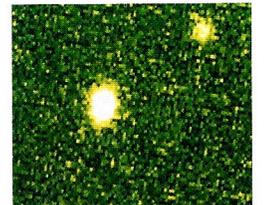
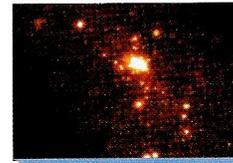
### Lumière visible

La galaxie d'Andromède est vue ici aux longueurs d'onde optiques. On observe sur la photo les deux petites « galaxies satellites » d'Andromède.



### Les rayons X

Image aux rayons X de la galaxie d'Andromède. De courtes longueurs d'onde et très énergétiques, ils détectent des zones d'activité intense de l'espace.



## Aux confins de l'Univers

Avec le perfectionnement des télescopes, les astronomes explorent l'espace de plus en plus loin, jusqu'aux confins de l'Univers, à 15 milliards d'années-lumière de la Terre. Ce quasar, un des objets visibles les plus lointains, se trouve à 12 milliards d'années-lumière.

Chaque longueur d'onde donne des informations spécifiques.

Grande longueur d'onde



Ondes radio

Micro-ondes

Infrarouge

Lumière visible

Ultraviolet

Rayons X

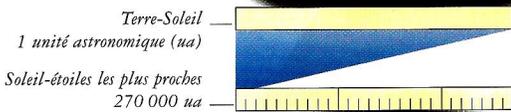
Rayons gamma  
Ondes courtes

# Échelle de l'Univers

Comparée aux autres objets de l'Univers, la Terre est minuscule, les distances s'y mesurent en kilomètres. Dans l'espace, les distances sont tellement gigantesques que cette unité de mesure est inappropriée. Les astronomes utilisent les unités astronomiques (ua) dans le système solaire, et les années-lumière (al) en dehors. Ces distances ne sont pas fixes puisque l'Univers est en expansion depuis sa création lors du big-bang.

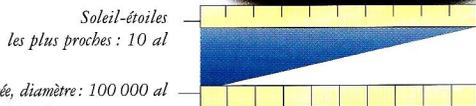
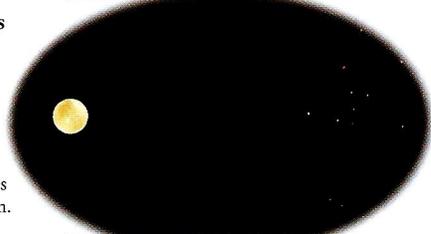
## De la Terre au Soleil

La Terre tournant autour du Soleil selon une orbite elliptique, la distance qui les sépare n'est donc pas constante, en moyenne, 149,6 millions de km, ou 1 ua. La lumière du Soleil met 8,3 minutes pour parvenir à la Terre.



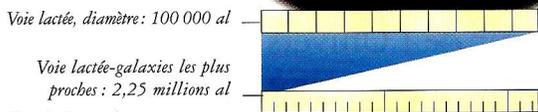
## Du Soleil aux étoiles les plus proches

Proxima du Centaure est l'étoile la plus proche du Soleil, à 4,2 al. Une année-lumière, distance parcourue par la lumière en 1 an, correspond à près de 10 000 milliards de km.



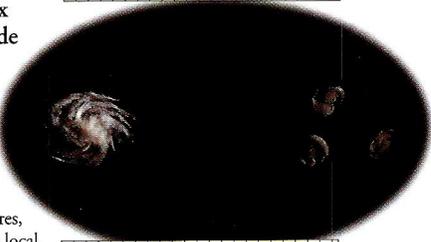
## Dans la galaxie

Notre galaxie, la Voie lactée, a la forme d'un disque aplati d'environ 100 000 al de diamètre. Elle comporte des milliards d'étoiles distantes en moyenne de 4 al. Le Soleil se situe à 28 000 al du centre.



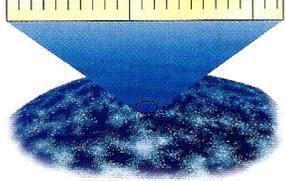
## De la Voie lactée aux galaxies d'Andromède

Notre voisine proche la plus grande est la galaxie M31 d'Andromède, à 2,2 millions al. Notre galaxie fait partie d'un petit amas de galaxies d'une trentaine de membres, le Groupe local, ou Amas local.



## Dimensions de l'Univers

En mesurant les distances nous séparant des plus lointaines galaxies, les astronomes tentent d'évaluer la taille de l'Univers. On estime son rayon à 15 milliards d'al.



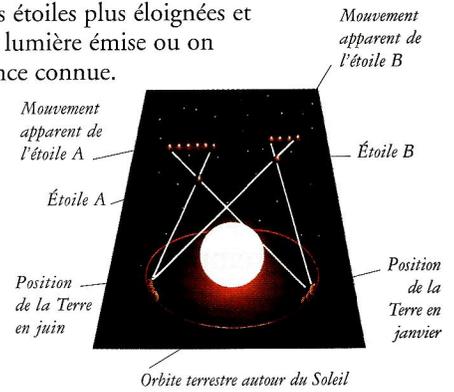
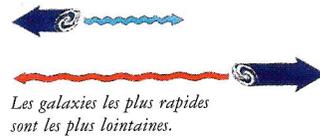
# Mesurer l'Univers

Les objets célestes les plus proches de la Terre sont la Lune et les planètes. On mesure leur éloignement par radar. La distance des étoiles les plus proches, environ 1 600 al, se mesure par parallaxe. Pour les étoiles plus éloignées et les autres galaxies, on analyse la lumière émise ou on compare avec un objet de distance connue.

## Décalage vers le rouge

La lumière des étoiles et des galaxies circule sous forme d'ondes qui nous inclinent leur mouvement par rapport à la Terre. On décompose la lumière émise par un objet en son spectre. Si l'objet s'éloigne de la Terre, les raies sont décalées vers l'extrémité rouge du spectre. S'il se rapproche, les raies sont plus serrées et portées vers le bleu.

Ces deux galaxies s'éloignent. Plus grand est le décalage vers le rouge, plus le déplacement est rapide.



## La parallaxe

Entre deux observations d'une étoile à six mois d'intervalle, l'astre semble avoir bougé par rapport à l'arrière-plan des étoiles plus distantes. L'angle de ce glissement, la parallaxe de l'étoile, est d'autant plus important qu'elle est proche.

# L'Univers dans l'histoire

De tout temps, les hommes ont exploré l'organisation du cosmos. Plusieurs conceptions de l'Univers se sont ainsi succédé au fur et à mesure des découvertes. Les premières se sont attachées à la compréhension du système solaire, puis aux objets de plus en plus lointains, et la taille de l'Univers a crû. Toute nouvelle découverte engendre de nouvelles questions.

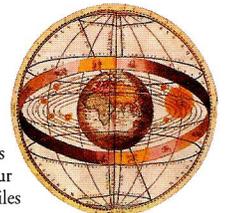
## Les Babyloniens

Dans la conception de l'Univers des Babyloniens, il y a 3 500 ans, les dieux jouaient un rôle important. Le ciel, avec la Lune, le Soleil, les étoiles, forme une voûte supportée par la Terre, sorte de grande montagne ronde et creuse flottant sur l'océan.



## Ptolémée

Il reprend les Grecs anciens selon lesquels la Terre est le centre de l'Univers. Le Soleil, la Lune et les 5 planètes connues tournent autour d'elle, la sphère des étoiles fixes entoure le tout.



## Le système copernicien

Au XVI<sup>e</sup> siècle apparaît la vision héliocentrique du monde : le Soleil est au centre de l'Univers, la Terre n'est qu'une planète parmi d'autres. Elle tourne sur elle-même une fois par jour, et autour du Soleil en un an.



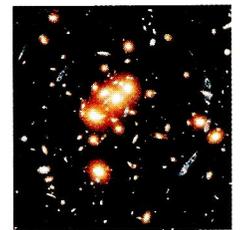
## Copernic

Les théories de l'astronome polonais Nicolas Copernic (1473-1543) constituent une révolution dans la compréhension de l'Univers. Selon lui, le Soleil, et non la Terre, est au centre de l'Univers. Ces théories n'ont été acceptées que vers le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle, lorsque les astronomes démontrèrent la révolution de la Terre et des autres planètes autour du Soleil.



## Actuellement

Les astronomes du XX<sup>e</sup> siècle ont beaucoup appris sur la structure, la taille et l'histoire de l'Univers. La Voie lactée n'est pas unique : il existe des millions de galaxies. L'Univers aurait été créé en une gigantesque explosion, le big-bang, il y a 15 milliards d'années. Depuis, il est en perpétuelle expansion.



VOIR AUSSI

ASTRONOMIE BABYLONE BIG-BANG ÉTOILES FORCE ET MOUVEMENT GALAXIES GRAVITATION GRÈCE ANTIQUE RAYONS X TÉLESCOPES TROUS NOIRS