

LE MONDE SCIENTIFIQUE

LA COSMOLOGIE

- Présentation :

Avant d'entrer dans le royaume de notre univers, voyons comment nos ancêtres et nos contemporains ont pensé cet univers.

- Définition :

La cosmologie représente la partie de l'astronomie qui étudie l'ensemble de l'Univers, sa structure et les lois qui régissent son évolution. La cosmologie est la science qui étudie la structure et l'évolution de l'Univers considéré dans son ensemble.

En particulier, la cosmogonie est l'ensemble des doctrines qui tentent d'expliquer la formation de l'Univers. La cosmogonie est la science qui étudie la formation des objets célestes (galaxies, étoiles, planètes, etc.).

Les premières théories cosmologiques dans l'Occident sont celles des Mésopotamiens et remontent à 4 000 av JC. D'après ces théories, la Terre est le centre de l'Univers et les autres astres se déplacent autour d'elle. Aristote et l'astronome grec Ptolémée expliquèrent que le mouvement des étoiles dans le ciel résultait de leur fixation sur des sphères en rotation. Vers 270 av JC., l'astronome grec Aristarque de Samos affirma que la Terre tourne autour du Soleil selon une orbite circulaire. Mais, en raison de l'autorité d'Aristote, le concept de la Terre comme centre de l'Univers ne fut pas remis en question avant plusieurs siècles.

En 1543 l'astronome polonais Nicolas Copernic proposa un nouveau système dans lequel le Soleil est le centre de l'Univers et autour duquel les planètes décrivent des orbites circulaires.

Les astronomes Kepler et Galilée adoptèrent le système copernicien et découvrirent que les planètes se déplacent sur des orbites elliptiques à des vitesses variables, selon trois lois empiriques : les lois de Kepler.

Le mathématicien et physicien anglais Isaac Newton justifia les lois de Kepler sur le mouvement des planètes, en montrant que ces lois pouvaient être déduites des règles générales sur le mouvement et la gravitation. Newton montra ainsi que les lois de Kepler s'appliquaient dans tout l'Univers.

D'après la loi de Hubble toutes les galaxies semblent s'éloigner de la Voie lactée, celle-ci pourrait apparaître comme le centre de l'Univers. Ce n'est cependant pas le cas. On peut imaginer un ballon sur lequel sont dessinés des points régulièrement espacés. Lorsque l'on gonfle le ballon, les points s'éloignent les uns des autres, exactement comme les observateurs voient toutes les galaxies s'éloigner de la Voie lactée. L'analogie fournit aussi une explication simple à la loi de Hubble, l'Univers est en expansion.

Lemaître détermina que les galaxies sont des fragments qui ont été projetés par l'explosion d'un atome originel, d'où l'expansion de l'Univers. Ce fut le début de la théorie du big bang sur l'origine de l'Univers.

D'après Friedmann, si l'Univers contient relativement peu de matière, l'attraction gravitationnelle mutuelle entre les galaxies diminuera légèrement les vitesses d'éloignement et l'Univers sera indéfiniment en expansion. L'Univers serait alors un Univers ouvert de taille infinie. Cependant, si la densité de matière est supérieure à une valeur critique, l'expansion ralentira jusqu'à s'arrêter et s'inverser en contraction et l'Univers s'effondrera totalement. Il serait alors fermé, d'étendue limitée. Le destin de l'Univers effondré est incertain, mais selon une théorie, il exploserait à

nouveau, engendrant un nouvel Univers en expansion, qui s'effondrerait à nouveau, et ce modèle présente un Univers oscillant.

D'autre part, à l'heure actuelle, on estime que l'âge de l'Univers est compris entre 7 et 20 milliards d'années. Cependant, certaines estimations sont en contradiction avec les âges de certains objets astronomiques, tels que les amas d'étoiles. Ainsi le problème de l'âge de l'Univers reste entier.

- La théorie du modèle stationnaire :

En 1948, les astronomes Bondi, Gold et Hoyle présentèrent un modèle de l'Univers, appelé la théorie du modèle stationnaire. D'après un point de vue philosophique, l'Univers ne pouvait être apparu soudainement. Leur modèle était issu d'une extension du principe cosmologique, qui était sous-jacent à des théories antérieures, comme le modèle de Friedmann. D'après le principe cosmologique parfait de Bondi, Gold et Hoyle, l'Univers a le même aspect à tout moment et en n'importe quel point. De plus, la diminution de densité de l'Univers due à son expansion est compensée par la création continue de matière, qui se condenserait en des galaxies prenant la place des galaxies éloignées de la Voie lactée. L'aspect actuel de l'Univers est ainsi conservé. Sous cette forme, la théorie du modèle stationnaire n'est plus acceptée par la plupart des cosmologistes. La découverte des quasars (systèmes extragalactiques très petits mais extrêmement lumineux, situés à grande distance), indiquent qu'il y a quelques milliards d'années l'Univers était très différent de ce qu'il est aujourd'hui.

- La théorie du big bang :

Elle fut introduite en 1948 par le physicien Gamow, qui modifia la théorie de Lemaître sur l'atome originel. Gamow supposa que l'Univers était né d'une explosion gigantesque et que les différents éléments observés aujourd'hui ont été générés juste après cette explosion appelée big bang, à un moment où la température et la densité extrêmement élevées de l'Univers permettaient la fusion des particules subatomiques pour créer les éléments chimiques. Des calculs plus récents indiquent que l'hydrogène et l'hélium seraient les deux premiers éléments nés du big bang, les éléments plus lourds étant produits seulement plus tard au sein des étoiles. La théorie de Gamow fournit une base pour comprendre les tout premiers stades de l'Univers et l'évolution de ce dernier. Du fait de sa densité extrêmement élevée, la matière existant dans les tout premiers instants de l'Univers se serait dilatée extrêmement vite.

L'hydrogène et l'hélium auraient alors été refroidis et condensés dans les étoiles et les galaxies. Cela expliquerait l'expansion de l'Univers et les fondements physiques de la loi de Hubble.

L'Univers se dilatant, le rayonnement résiduel issu du big bang aurait continué à se refroidir, jusqu'à aujourd'hui.

- L'évolution de l'Univers :

Le modèle de l'Univers en expansion pose un problème non résolu : l'Univers est-il ouvert ou fermé? C'est-à-dire se dilatera-t-il indéfiniment ou se contractera-t-il à nouveau?

Pour donner une solution, il faut déterminer si la densité moyenne de matière dans l'Univers est supérieure à la valeur critique du modèle de Friedmann. D'après des calculs sur la masse des galaxies, on trouve une densité de seulement 5 à 10% de la valeur critique.

D'après des calculs sur la masse des amas de galaxies, on trouve une densité moyenne, approchant la limite critique qui indiquerait que l'Univers est fermé. Le désaccord entre ces deux méthodes suggère la présence d'une matière invisible non négligeable, la matière noire, située à l'intérieur de chaque amas mais hors des galaxies visibles. Tant que le phénomène de la masse manquante ne sera pas expliqué, déterminer l'évolution de l'Univers restera impossible.

Comme la lumière émise par les galaxies les plus lointaines a voyagé pendant des milliards d'années avant de nous parvenir, l'Univers que nous observons est celui d'un lointain passé.

Des théories et les calculs sont toujours en cours.