

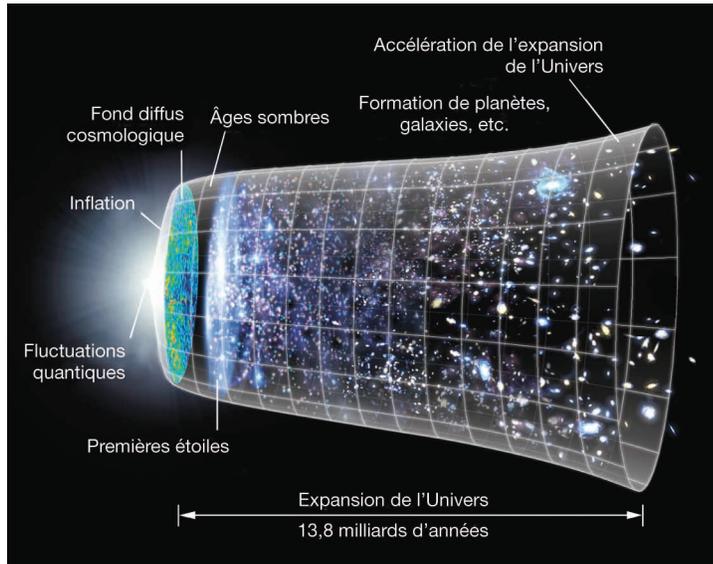
LE DÉBUT DE L'UNIVERS

Les cosmologistes s'accordent sur le fait que l'Univers actuel a évolué à partir d'un état extrêmement dense et chaud et qualifient de Big-bang cette phase que l'Univers a connu voici 13,8 milliards d'années et qui aurait été suivie d'une brutale inflation.

Représentation schématique de l'origine et de l'expansion de l'Univers

Dans ce diagramme, le temps s'accroît de la gauche vers la droite et une dimension d'espace est supprimée. À un instant donné, l'Univers, a priori spatialement infini, est représenté par une tranche du diagramme. Au tout début de son évolution, l'Univers connaît une phase brutale d'inflation.

Pendant les milliards d'années qui suivent, l'Univers voit son expansion se ralentir sous l'effet de sa propre gravité. Plus récemment, sous l'effet de l'énergie noire, l'expansion s'accélère à nouveau.



Le terme de *Big-bang* (Grand boum), aussi célèbre qu'impropre, assimile le début de l'Univers à une explosion dispersant la matière tous azimuts, pour emplir un espace supposé vide. Or c'est l'espace lui-même qui se dilate, accroissant ainsi les distances entre les objets qu'il entraîne dans son expansion. C'est en 1949 que Fred Hoyle lança l'expression même de Big-bang. Il croyait alors brocarder une nouvelle théorie du début de l'Univers, sans se douter qu'elle finirait par s'imposer, tout comme le terme qui la désigne de nos jours.

Cette théorie remonte au milieu des années 1920 quand Alexandre Friedmann et Georges Lemaître posent indépendamment les bases de l'expansion de l'Univers en s'appuyant sur la relativité générale d'Einstein. À la même époque, Edwin Hubble, qui étudie l'Univers lointain, note que les galaxies les plus distantes sont celles qui font montre du plus grand décalage vers le rouge des raies observées dans leur spectre. Hubble publie cette relation de proportionnalité dès 1929 sous la forme de la loi qui porte son nom.

La loi de Hubble ne résulte pas d'un mouvement des galaxies dans l'espace dont le décalage vers le rouge serait dû à l'effet Doppler. Les galaxies ne s'enfuient pas : elles sont contenues dans un espace qui s'étend. Et la relativité générale implique que la longueur d'onde des rayonnements produits par une galaxie au repos dans un espace-temps en expansion s'accroît d'autant plus qu'elles sont lointaines.

En 1948, George Gamow postule l'existence d'un rayonnement baignant tout l'Univers dont la densité d'énergie diminue en raison de l'expansion de ce dernier. En 1965, Arno Penzias et Robert Wilson repèrent ce rayonnement de fond cosmologique. Attestant la réalité d'une phase très dense et chaude de l'Univers, ce rayonnement est l'un des trois piliers de la théorie du Big-bang, avec l'expansion de l'Univers et la nucléosynthèse primordiale.

L'Univers observable est réputé homogène et isotrope. Pour qu'il en soit ainsi, il faut postuler que juste après le Big-bang, toutes les distances auraient augmenté d'un facteur énorme ($\sim 10^{50}$) en un temps très bref ($\sim 10^{-30}$ s), à comparer avec l'expansion d'un facteur bien moindre ($\sim 1\ 000$) qui prévaut pendant les 13,8 milliards d'années qui suivent. En raison d'une telle phase d'inflation, des régions de l'Univers, très grandes aujourd'hui, auraient été très petites au moment du Big-bang et donc susceptibles d'avoir été homogénéisées.

Une phase d'inflation expliquerait aussi les fluctuations de température perçues dans le rayonnement de fond cosmologique ; elles seraient les germes des grandes structures observées aujourd'hui. L'éventuelle confirmation du concept d'inflation attendra toutefois une meilleure connaissance des lois de la physique aux premiers instants de l'Univers.



Alan Guth

L'un des « pères » du concept de l'inflation