INFLATION COSMOLOGIQUE

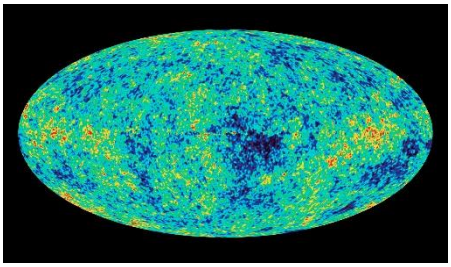
IG

Le Russe Alexandre Friedmann a trouvé les premières solutions correctes des équations de la cosmologie relativiste d'Einstein (RG). Nous pouvons en déduire l'existence de l'expansion de l'Univers, la constante k jouant le rôle d'un signe (+1,0,-1) et définissant trois types de géométrie : Elliptique, parabolique ou hyperbolique. Cette solution classique présente plusieurs paradoxes, en voici quelques-uns :

$$\frac{(dr/dt)^2}{r^2} = \frac{8\pi\gamma\rho}{3} + \frac{k}{3} + \frac{\Lambda}{3}$$

L'isotropie du rayonnement fossile et l'homogénéité de l'Univers.

Au moment où les photons ont pu circuler librement dans l'Univers, la température était d'environ 4000 K. Ce rayonnement continue à remplir l'Univers tout en se diluant par l'expansion. Actuellement il est de 2,72 ± 0,0001 K. Même si les dimensions de l'Univers ne devaient pas dépasser celles de l'horizon visible, le rayonnement qui nous parvient de deux directions opposées ne pourrait jamais avoir été en relation causale, puisque la vitesse de la lumière est aussi celle de la fuite de notre horizon visible. Comment expliquer cette isotropie du rayonnement fossile ? Nous rencontrons la même difficulté pour expliquer l'homogénéité de l'Univers à grande échelle.



L'absence de rotation de l'Univers.

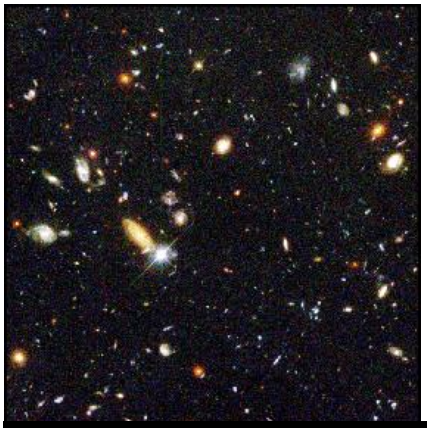
On n'observe pas, aujourd'hui, de traces de rotation de l'ensemble de l'Univers. Cela est surprenant et se révélerait aisément par les forces centrifuges qu'une telle rotation devrait engendrer.

La planéité du cosmos.

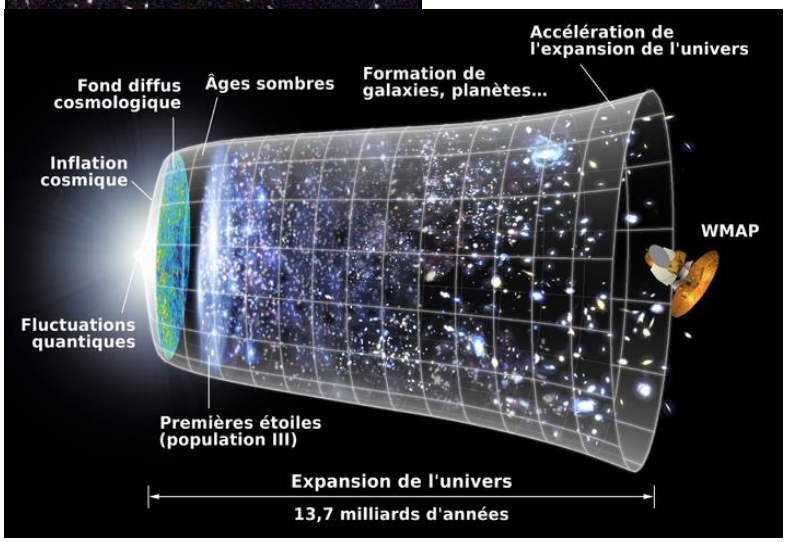
Un petit Univers originel aurait sûrement eu une géométrie elliptique et son agrandissement ultérieur, même à la vitesse de la lumière, n'aurait pu changer cette propriété. Pourquoi l'Univers est-il plat ou hyperbolique ?

Les distances et l'horizon visible.

Tout indique que lorsque nous observons les parties les plus éloignées de l'Univers, nous observons aussi l'Univers lorsqu'il était très jeune. À la limite d'un redshift tendant vers l'infini, il semble qu'on verrait l'Univers au moment de sa naissance. Comment est-ce possible ? Avec nos conceptions classiques une expansion à la vitesse de la lumière devrait nous permettre d'observer que la première moitié de l'Univers.



Pour résoudre ces difficultés, il faut imaginer que l'expansion de l'Univers a connu des transitions de phase pendant lesquelles se sont produits des processus de condensation et d'expansion. Il s'agit d'un phénomène à comparer avec les transformations vapeur ⇒ eau et eau ⇒ glace qui peut provoquer un état de surfusion vapeur ou liquide.
Dans le cas de l'Univers, le premier et de loin le plus important épisode inflationnaire a eu lieu entre les âges de 10^{-34} et 10^{-32} s seulement. Il pourrait s'agir de la première apparition de matière sous forme de quarks et antiquarks. L'aspect le plus important de cet épisode est une gigantesque dilatation de l'espace d'un facteur de l'ordre de 10^{50}. La vitesse d'expansion pendant cette phase dépasse largement celle de la lumière. Il ne faut pas la confondre avec une vitesse de déplacement de particule puisqu'il s'agit d'une dilatation de l'espace. Il n'y a donc pas de contradiction avec la limite de la vitesse de la lumière.



Cet épisode inflationnaire résout tous les paradoxes ci-dessus. Avant l'inflation, tous les composants de l'Univers se trouvaient en relation causale, ce qui explique l'isotropie de rayonnement fossile ainsi que l'homogénéité de l'Univers. L'inflation fait pratiquement disparaître tous les vestiges d'une rotation initiale, c'est comme si le patineur étendait ses bras jusqu'à l'infini. Idem pour la courbure de l'Univers. Cette immense dilation produit très rapidement des dimensions énormes et l'horizon visible se confond alors avec les premiers instants, le problème des distances disparaît. Ce modèle est appelé : **modèle inflationniste**. WMAP est le satellite qui a permis de mesurer et réaliser la carte du rayonnement fossile.