

Une seconde avant le Big-Bang !

Le rayonnement, dit fossile, de la formation de notre Univers continue à nous parvenir pratiquement inchangé depuis son émission. Il constitue une photo du dit Univers, tel qu'il existait au moment où les photons ont été libérés. Les caractéristiques du rayonnement apportent des informations sur les principaux paramètres de l'Univers : son âge, sa composition, sa géométrie...

Ce rayonnement n'est pas parfaitement homogène : en fonction de la direction observée, apparaissent de petites fluctuations (anisotropies) dans le spectre qui reflètent des différences de température et de densité de la matière dans l'Univers au moment de la libération des photons. Selon les principales théories qui restent à confirmer, ces différences de densité sont apparues bien avant, durant l'épisode baptisé inflation cosmique qui se situe dans les premières fractions de seconde après le Big Bang. ¹

L'ordre de grandeur de ces variations est très faible (1/10 000), mais, sous l'influence notamment de la pesanteur, elles constituent les germes de la concentration de la matière dans des points privilégiés, et sont donc directement à l'origine des grandes structures de l'Univers qui apparaissent par la suite : galaxies, amas de galaxies...

La mission du satellite Planck : de quoi est composé notre Univers ?

L'observatoire spatial, baptisé Planck en hommage au physicien allemand Max Planck, prix Nobel de physique en 1918, est un satellite développé par l'Agence spatiale européenne (ESA) avec une participation de l'agence spatiale américaine, la NASA.

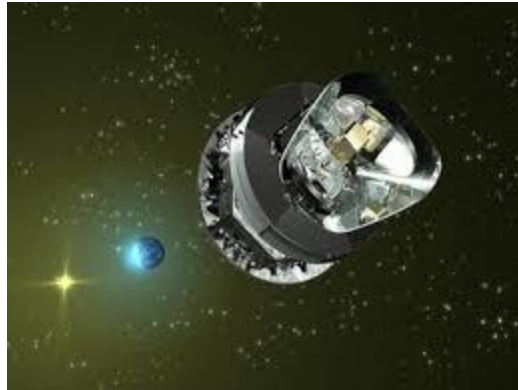
Sa mission était de cartographier les infimes variations de température (ou d'intensité) du fond diffus cosmologique, rayonnement dans le domaine micro-onde, montrant l'Univers tel qu'il était tout de suite après le Big Bang.

Les résultats complets furent rendus publics en décembre 2014 et publiés au début de 2015. Les paramètres cosmologiques qui décrivent l'Univers actuel et

¹ Philippe Jean Coulomb, « Penser l'Univers, Dieu est-il quantique ? », Éditions Le Manuscrit, 2017.

Philippe Jean Coulomb, « Les Réalités de l'Univers, les nouveaux paradigmes », Editions Sydney Laurent, 2018.

son histoire, tels que l'âge de l'Univers et sa composition initiale, ont été affinés grâce à la précision inégalée des données recueillies par Planck. Ces éléments permirent de mieux comprendre certains aspects de la physique de l'Univers primordial, ainsi que le mode de formation des structures à grande échelle de l'Univers.



Satellite Planck

Dans l'ensemble, les données de Planck confirment la théorie de l'inflation cosmique, un des piliers du modèle standard de la cosmologie, la théorie la plus couramment admise concernant le mode de formation de l'Univers observable. Ses observations ont montré que les proportions des composants actuels de l'Univers sont :

4,9 % de matière ordinaire ; 26,6 % de matière noire ; 68,6 % d'énergie sombre.

L'expérience LUNA du Grand Sasso.

Une autre expérience « **Luna** » fut réalisée sur Terre, deux ans durant, dans le laboratoire souterrain du Grand Sasso en Italie, dont le but était de reproduire, à l'aide de photo détecteurs, une réaction nucléaire qui eut lieu dans l'Univers Primordial.

Comment la toute première matière a-t-elle émergé, il y a 13,787 milliards d'années, du bouillon d'énergie pure qui constituait alors l'Univers ? ²

Il est actuellement acquis que c'est la nucléosynthèse primordiale qui se mit chronologiquement en place avec les quarks qui s'assemblent en protons, neutrons, lesquels se sont associés en noyaux d'atomes : hydrogène, deutérium, tritium, hélium...

² Benoît Rey, « La première matière de l'Univers n'a plus de secret », Science & Vie, N°1241, 2021.

À mesure qu'ils apparaissaient, tous ces atomes s'entrechoquaient et se détruisaient mutuellement, sauf que, l'une de ces réactions, la combustion du deutérium, à savoir sa destruction par des protons, restait mystérieuse. C'était le dernier obstacle à franchir pour estimer précisément la densité de la matière et d'énergie dans la première seconde de l'existence de l'Univers.

Contrairement aux autres atomes primordiaux, il ne se forme que précisément trois minutes après le Big Bang et donc constitue un repère fixe sur lequel s'appuyer.

C'est ainsi que Carlo Gustavino et Max Pettini mirent au point une expérience remarquable qui consistait à bombarder un échantillon gazeux contenant

1,7. 10^{17} atomes de deutérium par 100 000 milliards de protons par seconde, accélérés à des vitesses qui existaient au début de l'Univers ! Puis comptabiliser les collisions en détectant d'infimes flashes lumineux que les collisions produisent grâce à des photodétecteurs ultrasensibles.

Mais pour éviter les artefacts susceptibles d'être générés par les rayons cosmiques venus de l'espace, l'expérience fut faite sous une épaisse couche de roches pour être à l'abri des muons cosmiques, dans le laboratoire souterrain du Grand Sasso, à 120 km de Rome, sous 1, km 4 de roches !

Convergence exceptionnelle des résultats !

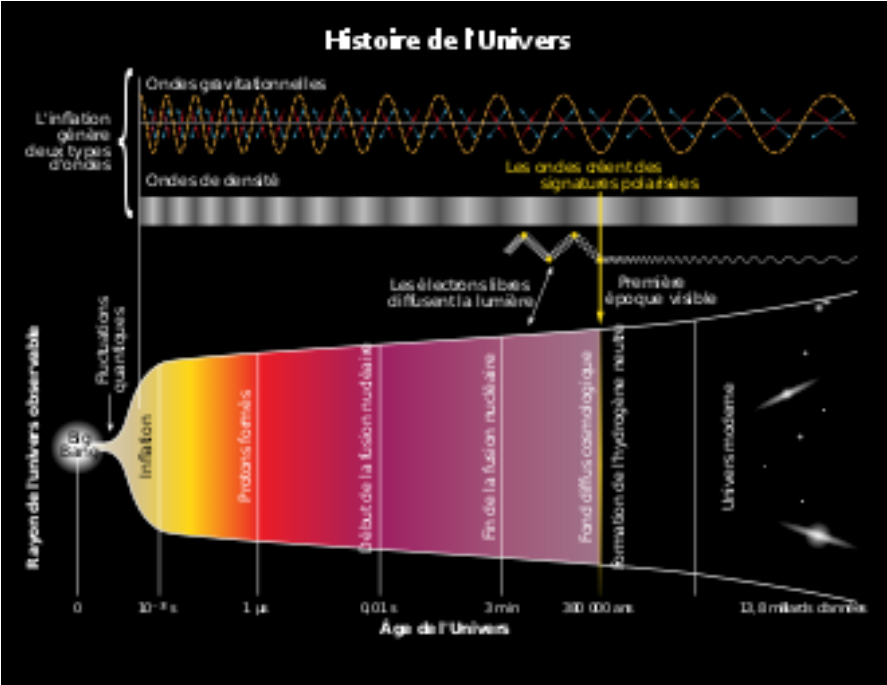
En bref, 100 millions de milliards d'atomes de deutérium furent piégés et bombardés jusqu'à reproduire les conditions qui régnaient au tout début de l'Univers 1 seconde avant le Big Bang ; les analyses ont ainsi pu apprécier la quantité de matière originelle apparue il y a 13.787 milliards d'années !!!

Cette quantité est de **21,01 Kg/m³** valeur ridiculement petite en comparaison avec celle de l'eau sur la Terre : 1 000 kg/m³ (oui mais sur notre planète, la matière est très concentrées).

Ce résultat spectaculaire coïncide avec celui du satellite Planck : la densité baryonique est seulement 0,18% supérieure à celle mesurée par l'équipe de Luna : ceci représente une concordance de précision inouïe, surtout en utilisant deux méthodes radicalement différentes !

Ces deux expériences valident le modèle standard, mais malheureusement ne disent rien sur l'énergie noire, ni sur la matière noire : on ignore donc 95% du contenu de l'Univers !

Grâce à un tout petit nuage d'atomes de deutérium enfoui sous une montagne italienne les physiciens sont parvenus à **quantifier** la toute première matière de l'Univers !



Théorie du Big Bang