

***Le voyage dans le temps: le  
Big-bang:  
Science***

Verdon Espérance



## Évolution des galaxies

Le modèle du Big Bang présuppose, que l'univers ait été par le passé dans un état bien plus homogène qu'aujourd'hui. La preuve en est apportée par l'observation du fond diffus cosmologique, dont le rayonnement est extraordinairement isotrope. Les écarts de température ne varient guère plus d'un cent-millième de degré, selon la direction d'observation. Il est donc supposé que les structures astrophysiques, dont les galaxies, amas de galaxies n'existaient pas à l'époque du Big Bang, se sont peu à peu formées. Le processus à l'origine de leur formation est d'ailleurs connu depuis les travaux de James Jeans en 1902, c'est l'instabilité gravitationnelle.

Le Big Bang prédit donc que les galaxies que nous observons se sont formées quelque temps après le Big Bang, et d'une manière générale que les galaxies du passé ne ressemblaient pas exactement à celles que l'on observe dans notre voisinage. Comme la lumière voyage à une vitesse finie, il suffit de regarder des objets lointains pour voir à quoi ressemblait l'univers par le passé.

L'observation des galaxies lointaines, qui d'après la loi de Hubble ont un grand décalage vers le rouge montre effectivement, que les galaxies primordiales étaient assez différentes de celles d'aujourd'hui. Les interactions entre galaxies étaient plus nombreuses, les galaxies massives moins nombreuses, ces dernières étant apparues plus tard des suites des phénomènes de fusion entre galaxies. De même, la proportion de galaxies spirales, elliptique et irrégulière varie au cours du temps.

Toutes ces observations sont relativement délicates à effectuer en grande partie, car les galaxies lointaines sont peu lumineuses et nécessitent des moyens d'observation très performants pour être bien observées. Depuis la mise en service du télescope spatial Hubble en 1990, puis des grands observatoires au sol VLT, Keck, Subaru. L'observation des galaxies à grand redshift, a permis de vérifier les phénomènes d'évolution des populations galactiques prédits par les modèles de formation et d'évolution des galaxies dans le cadre des modèles du Big Bang.

L'étude des toutes premières générations d'étoiles et de galaxies, demeure un des enjeux majeurs de la recherche astronomique du début du xxie



## **Recombinaison (+ 380 000 ans)**

80 000 ans après le Big Bang, alors que l'Univers est mille fois plus chaud et un milliard de fois plus dense qu'aujourd'hui, les étoiles et les galaxies n'existaient pas encore. Ce moment marque l'époque où l'Univers est devenu suffisamment peu dense pour que la lumière puisse s'y propager, essentiellement grâce au fait que le principal obstacle à sa propagation était la présence d'électrons libres. Lors de son refroidissement, l'univers voit les électrons libres se combiner aux noyaux atomiques pour former les atomes. Cette époque porte pour cette raison, le nom de recombinaison. Comme elle correspond aussi au moment où l'univers a permis la propagation de la lumière, on parle aussi de découplage entre matière et rayonnement. La lueur du fond diffus cosmologique, a donc pu se propager jusqu'à nous depuis cette époque.

## **Nucléosynthèse primordiale (+ 3 minutes)**

Moins de 380 000 ans après le Big Bang, l'univers est composé d'un plasma d'électrons et de noyaux atomiques. Quand la température est suffisamment élevée, les noyaux atomiques eux-mêmes ne peuvent exister. On est alors en présence d'un mélange de protons, de neutrons et d'électrons. Dans les conditions qui règnent dans l'univers primordial, ce n'est que lorsque sa température descend en dessous de 0,1 MeV. Soit environ un milliard de

