

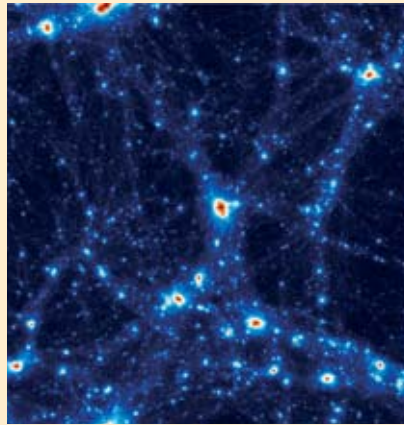
A Le modèle standard cosmologique

Le **modèle standard cosmologique**, représentation actuellement admise de l'Univers, est fondé sur une théorie de la **gravitation**, la **relativité générale** d'Einstein. Ce modèle prend en compte une expansion de l'Univers mise en évidence par les observations de l'astronome Hubble selon lesquelles les **galaxies** s'éloignent les unes des autres d'autant plus rapidement que la distance s'accroît.

Les hypothèses de base du modèle sont que l'Univers est *homogène*, c'est-à-dire qu'il présente partout les mêmes propriétés (à l'échelle cosmologique, s'entend) et qu'il est *isotrope*, c'est-à-dire qu'il se présente de la même façon quelle que soit la direction dans laquelle on l'observe.

Trois paramètres caractérisent l'évolution de l'univers dans ce modèle : la **constante de Hubble** d'abord, qui caractérise son taux d'expansion, la **densité de masse** (rapport entre sa densité et une *densité critique*) et la **constante cosmologique**. Introduite par Einstein sous la forme d'une force s'opposant à la gravitation afin de tenter de rendre compte d'un univers stable, cette constante correspondrait plutôt à la manifestation de l'*énergie sombre* dans un univers en expansion ⁽¹⁾.

Si la densité de masse est inférieure ou égale à 1, cette expansion se poursuit indéfiniment. Les dernières observations plaident pour une densité de matière égale à 1, ce qui implique un univers "plat" (où la



D. Aubert/CEA-C. Pichon (IAP)

Simulation numérique d'un univers en formation réalisée dans le cadre du projet Horizon, qui fédère les activités en simulation numérique autour d'un projet ciblé sur l'étude de la formation des galaxies des équipes françaises, dont celle du Dapnia (CEA). Son but est de comprendre les mécanismes physiques à l'origine de la structure et de la distribution des galaxies qui nous entourent, et notamment la nôtre, la Voie Lactée.

somme des angles d'un triangle est exactement égale à 180°).

Le modèle théorique standard de la cosmologie en vigueur table sur un univers observable dont le rayon serait de quelque 45 milliards d'années de lumière et âgé d'environ 13,7 milliards d'années à compter d'une "singularité" (explosion originelle) initiale dénommée **Big Bang**, suivie environ 300 000 ans après par un découplage de la matière et du rayonnement puis par une phase d'**inflation**.

Le modèle permet d'autre part de rendre compte du **bruit de fond cosmologique** (rayonnement diffus) d'une température de 2,7 K et des fluctuations de rayonnement/densité ayant conduit très tôt à la formation des premières structures "germes" des galaxies.

(1) L'interprétation des mesures de la sonde spatiale WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) et de SDSS (Sloan Digital Sky Survey) conduit à une valeur proche de 71 (km/sec)/Mpc +/- 0,03 pour la constante de Hubble, mais des surprises sur la valeur de ce paramètre restent possibles si la surprenante composition de l'Univers, où 95 % de l'Univers est constitué de matière et d'énergie noires, n'est en fait pas correcte.