

Une nouvelle carte de l'Univers

Une équipe de chercheurs français vient de terminer, dans le cadre du projet *Horizon*, la plus grande simulation jamais réalisée de la formation des structures de l'Univers. Cette simulation va permettre aux astrophysiciens de comparer les données issues du modèle cosmologique aux observations astronomiques des grands relevés avec une précision sans précédent. L'enjeu de cette recherche est

b

d'établir l'équation d'état de la matière noire ou encore de mieux comprendre le moment où l'Univers a commencé à se structurer sous l'effet de la gravitation.

Pour simuler un tel volume avec autant de détails, les membres de cette collaboration ont utilisé les 6 144 processeurs du calculateur BULL récemment installé au centre de calcul du CEA pour faire fonctionner à plein régime pendant près de deux mois (soit l'équivalent de plus de 1 000 ans de calcul sur un ordinateur individuel !) un algorithme permettant d'atteindre une finesse spatiale inégalée. Cet algorithme, dit à maillage de grille adaptative, découpe l'Univers en mailles élémentaires, elles-mêmes subdivisibles en mailles plus petites quand la densité de matière dépasse un certain seuil. Les données recueillies par la sonde WMAP ont servi à l'établissement de cette carte. Avec près de 70 milliards de particules de matière noire et plus de 140 milliards de mailles, cette simulation représente le record absolu pour un système à N-corps modélisé par ordinateur, et permet de décrire la moitié de l'Univers observable tout en

couvrant une galaxie comme la Voie lactée avec plus d'une centaine de particules. Avec cette nouvelle simulation, les théoriciens vont pouvoir prédire la distribution de matière dans l'Univers.

L'équipe dirigée par Romain Teyssier, du Service d'astrophysique de Saclay, a notamment calculé (avec une précision inégalée d'une minute d'arc) une carte virtuelle de la matière noire telle qu'elle serait vue par lentille gravitationnelle faible si elle était projetée sur la voûte céleste. Cette carte représente la superposition de tranches d'Univers à différentes distances (ou époques). Le projet d'expérience de lentille gravitationnelle DUNE (pour *Dark UNiverse Explorer*) procédera à une telle cartographie avec pour objectif de déterminer la nature de l'énergie noire.

L'étape suivante consistera à reconstruire la cartographie des galaxies d'après la carte de la matière noire : connaissant le halo de matière noire, on en déduit la masse des galaxies associées. La comparaison de ces catalogues de pseudogalaxies et des galaxies connues permettra d'estimer la précision des calculs des fonctions de corrélation et les contraintes correspondantes sur les paramètres du modèle cosmologique.

On pourra aussi comparer ce modèle avec les observations de tout le ciel bientôt disponibles grâce à la mission spatiale *Planck* de l'Agence spatiale européenne, dont le lancement est prévu en 2008.

La répartition (en volume, *a*, et en projection, *b*) de la matière noire dans l'Univers est uniforme aux grandes échelles. Toutefois, quand on fait des agrandissements, on voit quelques hétérogénéités apparaître, correspondant aux amas de galaxies les plus massifs (*c*), d'autant plus marquées et structurées que l'échelle augmente.

Ch. Pichon / Horizon-4p1

