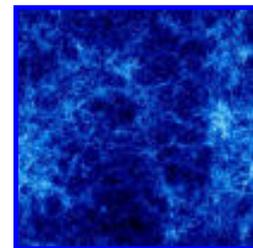


L'Univers dans un super-calculateur

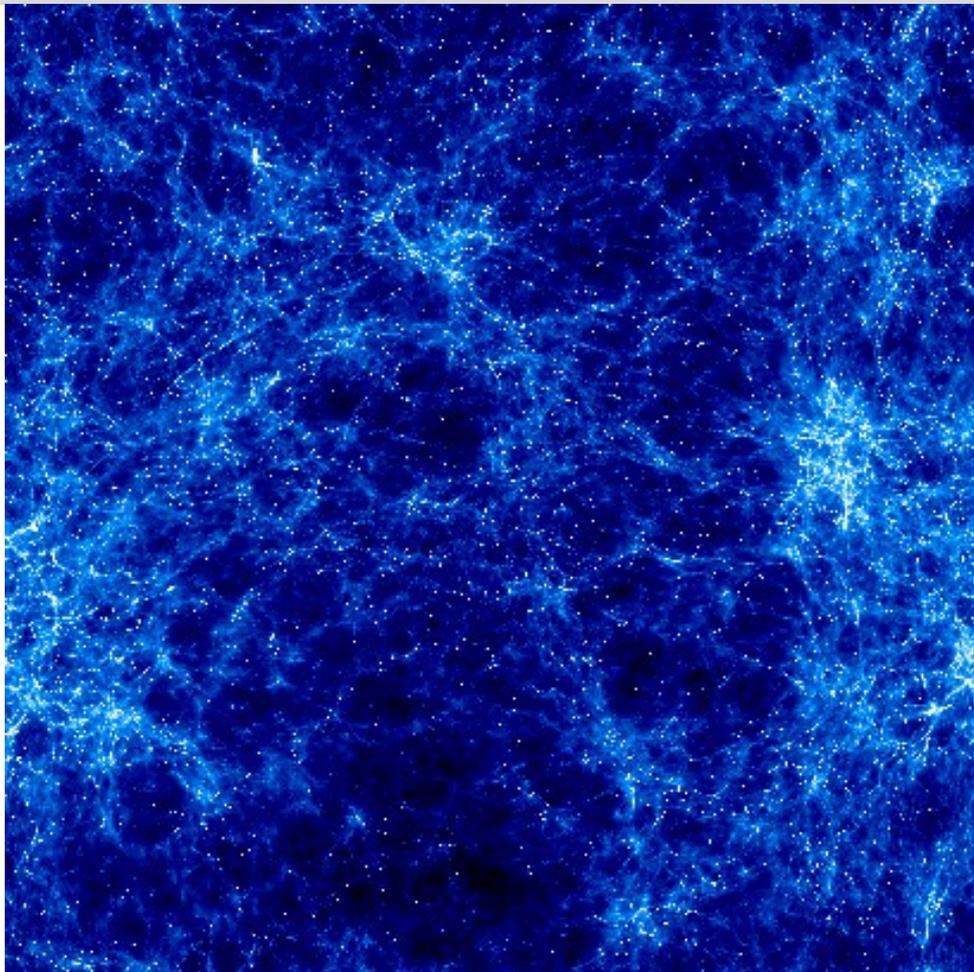
2048 processeurs pour calculer l'évolution de l'Univers en 4 mois (15 janvier 2007)



Le programme "[Formation des galaxies avec Mare Nostrum](#)", une collaboration multidisciplinaire de scientifiques d'Allemagne, Espagne, Etats-Unis, Israël et France, parmi lesquels des astrophysiciens du [Service d'Astrophysique](#) du [CEA/DAPNIA](#), vient de débiter une des plus imposantes simulations numériques jamais entreprises. A l'aide d'un super-calculateur constitué d'un réseau de 2048 processeurs en parallèle associés à une mémoire vive RAM de 3.2 [Terabytes \[1\]](#), les calculs simulent l'évolution d'un cube d'Univers de 150 millions d'années de côté contenant environ 10 milliards d'éléments. Après l'équivalent d'environ un millions d'heures de calcul répartis sur plus de 4 mois, cette simulation va retracer plusieurs milliards d'années d'existence de l'Univers et permettre de comprendre le processus de formation des galaxies.

L'ère des Univers virtuels

Le développement des super-calculateurs utilisant des réseaux de processeurs permet actuellement d'atteindre des capacités de calcul dépassant les 20 mille milliards d'opérations par seconde (ou 20 [TeraFlops \[2\]](#)). Dans le cadre d'un projet principalement européen, une de ces puissantes machines est récemment entrée en service au [Centre de Supercalculs de Barcelone](#) (Espagne). Elle est constituée de 2048 processeurs PowerPC 970 MP travaillant en parallèle pour résoudre en un temps minimum les équations mathématiques décrivant l'évolution de l'Univers. Malgré la puissance de la machine, quatre mois seront nécessaires pour retracer les quinze milliards d'années écoulées depuis le début de l'expansion cosmique, alors qu'un ordinateur personnel aurait nécessité 114 ans de calculs !



Simulation de la répartition de la matière dans un "cube" d'Univers. . Les couleurs représentent la densité de matière (codée en intensité du noir au blanc). Les concentrations denses où se forment les galaxies sont reliées par de longs filaments (Droits: R.Teyssier/CEA) .

Cette simulation, la plus ambitieuse jamais entreprise a débuté en septembre 2006. Elle permet de suivre l'évolution de dix milliards d'éléments, une finesse de détails jamais atteinte auparavant. Des dispositifs spéciaux ont été mis en place pour sauvegarder les étapes du calcul en cas de pannes matérielles pour éviter le redémarrage depuis le début. Chaque étape représente l'état d'un cube d'Univers virtuel à une époque donnée de son évolution. Les calculs prennent en compte l'évolution sous l'action de la gravité de la matière, dont la majorité est constituée de [matière noire \[3\]](#), à partir de très faibles inhomogénéités présentes au tout début de l'expansion. La succession des images en 3 dimensions permettra de comprendre dans quelles régions et sous quelles formes apparaissent les premières galaxies. A l'issue du calcul, la quantité totale de données produite dépassera les 40 [TeraBytes \[1\]](#).

43 Teraflops : nouvelle étape pour le calcul français

La simulation numérique est devenu un outil essentiel pour de nombreuses disciplines comme l'aéronautique, l'énergie, les sciences de la vie ou l'astrophysique. Pour répondre à cette demande en France, le [Centre de Calcul Recherche et Technologie \(CCRT\)](#) vient de signer un contrat avec la société BULL pour l'installation d'un nouveau calculateur d'une puissance de calcul record de 43 [Teraflops\[2\]](#). Constitué d'un réseau de serveurs Bull NovaScale équipés de processeurs Itanium, il sera intégré au complexe de calcul du CEA pour créer une des plus puissantes infrastructures de calculs scientifiques au monde. Ce super-calculateur va être déployé à partir du début 2007 et atteindra sa puissance maximale à la fin 2008

[Version imprimable \(PDF\)](#)



Contact : [Romain TEYSSIER](#)

Publication :

Le projet "**Formation des galaxies avec MareNostrum**" est une collaboration multidisciplinaire entre des astrophysiciens de France, Allemagne, Espagne, Israël and Etats-Unis et des experts informatiques de [I'IDRIS \(Institut du Développement et des Ressources en Informatique Scientifique\)](#) et du [BSC \(Barcelona Supercomputing Center\)](#). Elle utilise les ressources du [MareNostrum \(IBM\)](#), un des plus puissants super-calculateurs en Europe (le sixième dans le monde) installé au BSC en 2004 et dont la capacité a été portée en novembre 2006 à 10.240 processeurs avec une puissance de calcul de 94.21 [Teraflops](#)[2].

voir :

- - [le projet HORIZON au C.E.A.](#) (en anglais)
- - [la simulation numérique astrophysique au CEA](#) (15 janvier 2007)

voir aussi

- - [Simulation des premiers âges](#) (15 novembre 2005)
- - [Zoom sur la matière sombre](#) (10 Juillet 2003)
- - [Les fluctuations de l'Univers primordial](#) (1 Octobre 2002)

Notes :

[1] **TeraBytes** pour 1,000,000,000,000 bytes = 1000^4 ou 10^{12} bytes ou 1 TB. 1 Byte caractérise l'unité de mémoire des ordinateurs et correspond à un octet (série de 8 zeros ou un) servant à coder un caractère typographique. 10 TeraBytes équivaut au contenu en texte de l'ensemble de la Bibliothèque Nationale

[2] **FLOPS** : pour Floating-point Operations Per Second (opérations à virgule flottante par seconde) caractérise la puissance de calcul des ordinateur. 1 TéraFLOPS = 1000 milliards de FLOPS

[3] **Matière noire** : Matière inconnue totalement différente de celle que nous connaissons, qui n'émet aucune lumière et qui n'interagit avec la matière des atomes que par la gravitation. Dans la théorie du Big Bang, son existence est indispensable pour expliquer la formation des galaxies. Activement recherchée dans des laboratoires souterrains, elle pourrait être constituée de particules hypothétiques appelées WIMPS (pour Weakly Interactive Massive particules) prédites par certaines théorie de la matière.

Rédaction: J.M. Bonnet-Bidaud

DSM/DAPNIA/Service d'Astrophysique
Service d'Astrophysique

mise à jour : 15/01/2007

© CEA 2007 - Tous droits réservés

[Retour](#) | [Activités](#) | [Infos](#) | [Documentation](#) | [Images](#) | [Web](#) | [Carte](#)]