

Sujet de Thèse 2007

1 - Titre de la thèse : Simulations cosmologiques sur Calculateurs en grilles

**2 - Nom et qualité du Directeur de thèse :
Helene Courtois, MCF, HDR, CRAL**

**- Co-Directeur :
Eddy Caron, MCF, LIP-GRAAL, ENS-Lyon**

2 – Unité de recherche :
Centre de Recherche Astrophysique de Lyon, UMR 5574

4 - Résumé du sujet de thèse :

Les infrastructures ainsi que les intergiciels d'accès aux grilles de calcul commencent à devenir matures. Cependant, malgré l'existence de nombreux travaux, la programmation et l'utilisation des grilles demeurent excessivement complexes, car ces travaux ne prennent en compte qu'un paradigme de programmation (MPI, appel de service, workflow, maître-esclave, partage de données non modifiable, modèle de composant, ...). Ainsi, pour chaque type d'application, un nouveau modèle devrait être appris. Cette approche se heurte au fait que les applications de calcul intensif, comme les applications de couplage de codes, que nous rencontrons en cosmologie, commencent à devenir multi-paradigmes. L'objectif de cette thèse dans le contexte de notre ANR LEGO est de proposer et mettre en œuvre un modèle de programmation multi-paradigme (composant, accès transparent aux données, maître-travailleur, workflow) qui intègre l'état de l'art de la programmation des grilles. Son exécution utilisera un ordonnancement et un déploiement efficaces ainsi qu'un support adapté pour les communications. Le modèle sera influencé et validé via les simulations cosmologiques zoomées d'HORIZON.

Un premier travail consistera à définir un modèle de composant intégrant l'accès à des données partagées. Ainsi, dans un même modèle, les deux grands paradigmes de communication que sont le passage de message explicite – offert par tous les modèles de composants – et le partage de données seront disponibles aux programmeurs. Suivant les relations entre composants, l'un ou l'autre des paradigmes pourra être utilisé. Ce modèle sera validé via une extension du modèle CCM (CORBA Component Model) capable d'utiliser JuxMem.

Cette thèse devra permettre le couplage au vol des codes GALICS et RAMSES. GALICS permet de convertir les particules de matière sombre et de gaz selon le cas, en objets physiques ayant les propriétés des halos et galaxies observées (luminosité dans un grand domaine de longueur d'onde, corrélations spatiales, taux de collision et d'accrétion, taux de formation d'étoiles, taille, masse, etc.) Cette application utilise comme données d'entrée des résultats à différents temps de calcul fournis par RAMSES. La gestion du *workflow* proposé par LEGO sera mise en œuvre pour proposer un déploiement efficace de ce couplage de code.

Le facteur d'échelle est une dimension importante de ces études. A notre connaissance, les modèles par composants ciblent actuellement des architectures à gros grain et d'une échelle peu importante. Nous visons une taille de plate-forme importante et cela ne va pas sans poser des problèmes d'extensibilité des modèles et des algorithmes qu'il s'agira d'étudier au mieux.

Les algorithmes seront validés en vraie grandeur sur les applications cibles du projet et sur l'architecture Grid'5000.

Cette thèse s'intéressera aux simulations zooms qui visent des résolutions de l'ordre de la masse solaire. Ce projet innove dans le lancement automatique sur la grille de re-simulations Ramses. Les conditions initiales Horizon seront une première fois calculées à basse résolution et un univers virtuel calculé jusqu'à $z=0$, à basse résolution. Les zones intéressantes (par exemple zone surdense, ou zone de merging) sont sélectionnées automatiquement. Les conditions initiales correspondant aux particules dans ces zones sont recalculées et la re-simulation zoom dispatchée sur la grille.

Les résultats de la thèse seront valorisés pour le grand public par la création de films de simulations numériques (voir le site du projet horizon pour les films actuels) et les résultats des calculs de simulations numériques cosmologiques seront ouverts à la communauté nationale de chercheurs en astrophysique par le biais de la base de données HORIZON.

Cette thèse sera rattachée au programme ANR LEGO (ANR-CICG05-11)