Titre du stage : Développeur.euse C++ HPC d'un code de simulation pour la formation de grandes structures en cosmologie.

Structure : Institut d'Astrophysique de Paris

Durée : jusqu'à 6 mois en fin d'année scolaire (dates à définir avec l'école)

Mots clés : Recherche publique, HPC, C++, Kokkos, GPU, Cosmologie

Contact : Envoyez CV et lettre de motivation et relevés de notes post-bac à Guillaume TCHERNIATINSKY, Florent LECLERCQ et Guilhem LAVAUX tchernia@iap.fr, florent.leclercq@iap.fr et guilhem.lavaux@iap.fr

Gratification : ~700€/mois

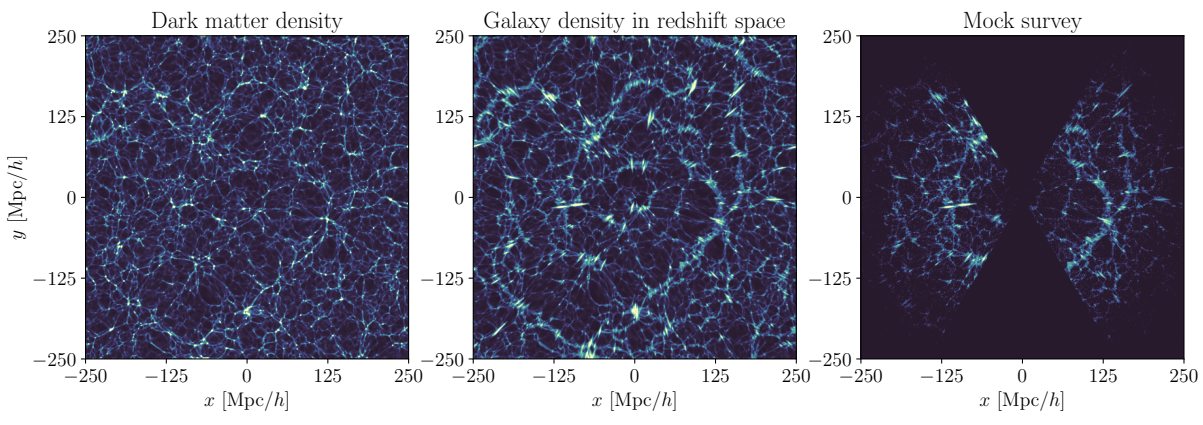
Date limite de candidature : 13/11/2026

Contexte :

La modélisation et la compréhension de l'histoire de l'Univers, depuis le Big Bang jusqu'à aujourd'hui, reposent sur l'évaluation de nos modèles cosmologiques à partir des grands relevés astronomiques (Euclid, DESI…). L'un des objectifs est de simuler la formation des grandes structures afin d'évaluer la robustesse des modèles cosmologiques vis-à-vis des observations.

L'Institut d'Astrophysique de Paris (IAP), une Unité Mixte de Recherche (UMR) de Sorbonne Université et du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), est impliqué dans cette activité. En son sein, l'équipe « Grandes structures et Univers profond » à laquelle le.la stagiaire sera affecté.e a développé le code **Simbelmynë**, qui permet de :

1. Calculer l'évolution de la répartition de matière noire en résolvant les équations du mouvement de la gravité à l'échelle de l'univers observable (problème à N corps),
2. En déduire une répartition des galaxies dans le ciel,
3. Produire des relevés cosmologiques simulés.



Cette chaîne de simulation est appelée à être lancée un très grand nombre de fois pour des paramètres d'entrée variés. C'est pourquoi le respect des contraintes du **calcul haute performance** (**HPC**) et la **parallélisation des tâches** sont des enjeux clés de ce code. Grâce à l'approche sCOLA qui divise la portion d'univers à simuler en morceaux indépendants, il est possible d'adopter une approche hybride entre calculs à **mémoire distribuée** et à **mémoire partagée**. Nous souhaitons aujourd'hui le rendre **portable** sur plusieurs architectures cibles (**CPU** et **GPU**).

A l'heure actuelle, le code Simbelmynë est parallélisé sur CPU seulement. Mais l'équipe est en train de développer un nouveau code Simbelmynë 2, construit sur le framework Kokkos permettant un code générique ciblant toutes les architectures. Ce code, dont les bases sont posées à l'heure actuelle mais non encore fonctionnel de bout en bout, est celui auquel le.la. stagiaire sera affecté en collaboration avec le reste de l'équipe.

Pour plus de détails sur le contexte scientifique, voici un article de vulgarisation traitant de ce sujet : https://theconversation.com/vers-une-simulation-de-lunivers-sur-un-telephone-portable-137421

Activités :

La.le stagiaire participera au portage de **C** vers **C++** du code Simbelmynë vers Simbelmynë 2 ainsi qu'au développement de codes de calcul parallèle utilisant des CPU et GPUs. Il/elle se formera au framework Kokkos et l'utilisera afin de produire un code générique compatible avec toutes les architectures cibles. Il/elle mettra ces codes en œuvre à l'aide du **cluster de calcul** du laboratoire, mettant à disposition CPUs et GPUs. Il/elle travaillera en équipe et versionnera son code à l'aide de **Git** et produira les **tests unitaires** et **benchmarks** garantissant la qualité, la performance et la robustesse de son code.

Profil recherché :

Nous recherchons un.e stagiaire de six mois en fin d'études ou césure, en école d'ingénieurs ou master, avec une spécialisation en informatique et si possible en calcul scientifique/HPC.

Qualifications attendues :

- Maîtrise du langage de programmation C++, connaissance de python

- Savoir adopter une méthodologie de développement collaboratif (Git, tests unitaires…)
- Connaître les enjeux de la programmation HPC, notamment la parallélisation des tâches (multithreading, multiprocessing).
- Notions de mathématiques appliquées (Transformées de Fourier, Équations aux dérivées partielles…)
- Anglais courant (réunions en anglais)
- Une formation en physique serait un plus.

Pourquoi postuler ?

Ce stage vous intéressera si…

- Vous souhaitez acquérir des qualifications en programmation HPC, y compris sur GPU, ainsi qu'en calcul scientifique.
- Vous souhaitez découvrir le secteur de la recherche publique.
- Vous êtes intéressé.e par la simulation numérique de modèles physiques, en particulier en astrophysique et cosmologie.
- Vous êtes intéressé.e par les techniques d'intelligence artificielle appliquées à la cosmologie (le travail de l'équipe inclut une forte composante de machine learning même si ce n'est pas l'objet de ce stage).