

**CEA/CADARACHE**

**DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE (DSM)**

**INSTITUT DE RECHERCHE SUR LA FUSION PAR CONFINEMENT MAGNETIQUE  
(IRFM)**

**SERVICE INTEGRATION PLASMA PAROI**

CEA/Cadarache - 13108 St Paul-lez-Durance Cedex

Visitez notre site Web : <http://www-fusion-magnetique.cea.fr>

---

**PROPOSITION DE STAGE 2013-2014**

<b>Nom du Responsable du Stage :</b> Virginie GRANDGIRARD	<b>e-mail :</b> virginie.grandgirard@cea.fr	
	<b>téléphone :</b>	04 42 25 61 19
	<b>secrétariat :</b>	04 42 25 49 90
<b>Équipe de Recherche :</b> IRFM / SIPP / GP2B		

<b>Niveau du stage :</b> MASTER 2
<b>Durée du stage :</b> 4 à 6 mois

**Sujet du stage :**

<p><b>Titre :</b> Optimisation du pas de temps pour l'étude des phases linéaires et non-linéaires de simulations gyrocinétiques.</p> <p><b>Contexte et objectifs :</b></p> <p>La compréhension du transport turbulent est un point crucial pour prédire les propriétés de confinement et donc les performances d'un plasma de fusion, tel que celui du futur tokamak ITER . La description physique la mieux justifiée pour traiter ce problème du point de vue théorique et numérique repose sur l'approche dite "gyrocinétique". Elle couple l'évolution - dans un espace des phases à cinq dimensions, trois de position et deux d'énergie - de la fonction de distribution des différentes espèces du plasma, essentiellement ions et électrons, aux équations de Maxwell. La résolution de telles équations non-linéaires 5D passe par le développement de codes numériques massivement parallèles.</p> <p>Nous développons et exploitons au sein de l'institut un tel code gyrocinétique (GYSELA) qui traite actuellement de la turbulence ionique en considérant les électrons adiabatiques. Ce développement se fait dans le cadre de collaboration nationales et internationales avec une interaction forte entre physiciens, mathématiciens et spécialistes de la parallélisation. Les simulations associées sont extrêmement coûteuses en temps de calcul et taille mémoire. Le code qui affiche une efficacité de 66% à plus de 450000 coeurs tourne en production sur 256 jusqu'à 2048 coeurs. L'accès aux "Grand Challenges CINES" nous a permis de réaliser une simulation exceptionnelle pendant 1 mois sur 8192 processeurs (6 millions d'heures mono-processeur) pour un maillage de 272 milliards de points.</p> <p>Dans ce contexte, l'optimisation du pas de temps des schémas est un enjeu majeur, non seulement pour réduire les coûts des simulations actuelles (un gain ne serait-ce que d'un facteur 2 a déjà un fort impact) mais aussi pour pouvoir espérer accéder à la prise en compte des électrons cinétiques dans le futur.</p> <p><b>Nature du travail à réaliser par l'étudiant :</b></p> <p>Le travail de l'étudiant consistera à étudier l'impact du choix du pas de temps sur les comportements physiques des simulations. La première étape concernera la phase linéaire où les résultats pourront être comparés à ceux obtenus par le code quasi-linéaire QualiQuiz développé à</p>
---

l'institut. Dans un deuxième temps, l'étude de l'impact sur la phase non-linéaire devra permettre : (i) d'optimiser le pas de temps mais aussi (ii) de définir des critères de validation tels que la conservation de l'équilibre des forces, les niveaux de flux de chaleurs, etc... Ces critères non-linéaires sont essentiels non seulement d'un point de vue physique mais aussi d'un point de vue numérique car ils nous permettront d'améliorer nos critères de sélection des nouveaux schémas numériques développés en collaboration avec l'université de Strasbourg.

**Domaine de spécialité, compétences :** mathématiques appliquées et/ou physique des plasmas

**Prolongement possible : OUI**