

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

## Proposition de stage

Date de la proposition :

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>			
Nom / name:	SARAZIN	Prénom/ first name :	Yanick
Tél :	+33 (0)4 42 25 48 03	Fax :	+33 (0)4 42 25 62 33
Courriel / mail:	yanick.sarazin@cea.fr		
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b>			
Code d'identification :	Organisme : CEA/DSM		
Site Internet / web site:	<a href="http://irfm.cea.fr/index.php">http://irfm.cea.fr/index.php</a>		
Adresse / address:	CEA, IRFM, centre de Cadarache, 13108 Saint-Paul-Lez-Durance		
Lieu du stage / internship place:	IRFM, centre de Cadarache		

<b>Titre du stage / internship title:</b>	Transport néoclassique dans les plasmas de tokamak: théorie et simulations gyrocinétiques
<b>Résumé / summary</b>	
<b>Contexte et objectifs:</b> Les plasmas de fusion par confinement magnétique sont faiblement collisionnels, du fait de leur température élevée et de leur faible densité. De fait, c'est le transport turbulent qui contrôle pour une large part les propriétés du confinement de ces plasmas. Les collisions jouent pourtant un rôle fondamental. En effet, la théorie néoclassique, qui décrit le transport collisionnel dans un équilibre magnétique torique, contraint en particulier deux points clés: la rotation du plasma dans l'une des directions périodiques du tore, et le transport des impuretés. La première est maintenue à des valeurs relativement faibles du fait des forces de friction sur une classe particulière de particules, sans rotation moyenne car piégées dans les miroirs locaux du champ magnétique. Or cette rotation participe efficacement à la saturation de la turbulence. D'autre part, les coefficients néoclassiques de transport d'impuretés lourdes sont comparables, voire supérieurs, à ceux turbulents. Et ces impuretés, tel le tungstène arraché aux éléments de paroi en interaction avec le plasma, sont néfastes au confinement, du fait de la dilution et du rayonnement qu'elles engendrent. Comprendre et correctement reproduire le transport néoclassique dans ses différents régimes est donc essentiel pour prédire le transport d'impuretés et le temps de confinement de l'énergie dans les plasmas de fusion.	
<b>Nature du travail à réaliser par l'étudiant:</b> Le travail proposé est à la fois analytique et numérique. Il s'agira dans un premier temps de comprendre les bases de la théorie néoclassique, et d'en re-dériver les résultats principaux, en particulier dans un régime de collisionnalité intermédiaire dans lequel les impuretés sont supposées se trouver. On s'appuiera pour cela pour partie sur la littérature existante, et sur les développements analytiques récents. L'étudiant s'attachera ensuite à retrouver ces résultats au moyen de simulations numériques avec le code gyrocinétique GYSELA. Ce code 1 <sup>ers</sup> principes, développé depuis plus de 10 ans à l'IRFM en collaboration avec divers laboratoires français, fait évoluer de façon auto-consistante la fonction de distribution de plusieurs espèces ioniques dans un espace des phases à 5 dimensions, couplée à l'électroneutralité. L'opérateur de collisions récemment optimisé sera ainsi validé.	
<b>Sujet de thèse associé:</b> L'objectif de la thèse s'inscrit dans la continuité du stage. Il vise à comprendre et prédire le transport d'impuretés dans les plasmas de tokamaks, au moyen d'études analytiques et de simulations gyrocinétiques. Dans un premier temps, des effets de synergie entre transports turbulent et néoclassique seront recherchés dans le régime d'impuretés traces, de même que des processus de chauffage et d'accélération turbulents. Dans un deuxième temps, la question d'instabilités portées par les impuretés sera abordée, lorsque leur concentration est telle qu'elles ne peuvent plus être considérées à l'état de traces. Des signatures expérimentales pourront en outre être recherchées dans les résultats des simulations, et éventuellement comparées aux mesures expérimentales, au moins qualitativement. Ce travail fait partie d'un projet de 3 ans en cours d'évaluation par le programme européen "EUROfusion Enabling Research".	

<b>Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : OUI</b>
<b>Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: bourse CFR (CEA)</b>

Lasers, Optique, Matière		Lumière, Matière, Interactions	
Plasmas : de l'espace au laboratoire	X		