

## Transport d'impuretés dans les plasmas de tokamak

<sup>1</sup>\*P. Donnel, <sup>2</sup>K. Lim, <sup>1</sup>X. Garbet, <sup>1</sup>Y. Sarazin, <sup>3</sup>M. Lesur, <sup>3</sup>E. Gravier, <sup>1</sup>G. Dif-Pradalier, <sup>1</sup>V. Grandgirard, <sup>1</sup>K. Obrejan

\*conférencier principal

<sup>1</sup>IRFM, CEA, France

<sup>2</sup>SPC, EPFL, Suisse

<sup>1</sup>IJL, Université de Lorraine, France

\* peter.donnel@cea.fr

Au sein d'un tokamak les isotopes de l'hydrogène, nécessaires aux réactions de fusion, sont majoritaires. Ils sont souvent accompagnés d'autres espèces ioniques appelées impuretés. La compréhension du transport d'impuretés dans les tokamaks est cruciale. Une des raisons de cette importance vient du choix d'utiliser du tungstène pour le divertor d'ITER. En effet, les noyaux lourds ne sont que partiellement ionisés dans le cœur du plasma, ils peuvent alors fortement rayonner et entraîner une diminution importante de la qualité du confinement du plasma.

Une accumulation des impuretés lourdes au cœur du plasma est régulièrement observée au sein des tokamaks. Cette accumulation est souvent attribuée à la physique dite néoclassique, qui correspond à la modification des trajectoires des particules par les collisions entre les différents éléments composant le plasma. La prédominance du transport néoclassique pour les impuretés lourdes est due au fait que leur fréquence de collision est bien plus élevée que les espèces légères à cause de leurs charges élevées. Malgré l'importance du transport néoclassique pour les impuretés lourdes, le transport turbulent pourrait bien dominer pour ces impuretés dans la zone de gradient d'ITER. De plus, dans le cas des impuretés légères et dans les machines actuelles, il est observé que les transports néoclassique et turbulent sont du même ordre de grandeur. Jusqu'à récemment, les calculs des flux néoclassique et turbulent étaient réalisés de façon distincte, supposant implicitement que les deux canaux de transport sont indépendants.

L'existence d'une synergie entre transport turbulent et néoclassique des impuretés sera démontrée au cours de cette présentation. Ce résultat s'appuiera sur un travail analytique d'identification d'un mécanisme de synergie et sera illustré par des résultats numériques obtenus avec le code gyrocinétique GYSELA, capable de simuler de manière cohérente les flux néoclassique et turbulent.

### Bibliographie :

D. Estève *et al* 2018, *Nucl. Fusion* **58** 036013

P. Donnel *et al.* 2019, *Plasma Phys. Control. Fusion* **61** 044006

K. Lim *et al* 2021, *Nucl. Fusion* **61** 046037