

# Étude du transport de particules chargées dans un plasma froid magnétisé

R. Baude<sup>1</sup>, F. Gaboriau<sup>1</sup>, G.J.M. Hagelaar<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Université de Toulouse, UPS, INPT, LAPLACE (Laboratoire Plasma et Conversion d'énergie), 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex 9, France*

<sup>2</sup> *CNRS, LAPLACE, F-31062, Toulouse, France*  
e-mail: [romain.baude@laplace.univ-tlse.fr](mailto:romain.baude@laplace.univ-tlse.fr)

Le comportement du plasma en présence d'un champ magnétique est étudié depuis la fin des années 50 et les premiers travaux sur le confinement magnétique. Les sources de plasma froid utilisant un champ magnétique se retrouvent dans de nombreuses applications telles que la propulsion spatiale, les procédés microélectroniques, les sources d'ions négatifs... Ces sources suscitent un intérêt croissant mais se heurtent à de nombreuses interrogations concernant les effets induits par le champ magnétique. Les outils numériques développés récemment permettent d'apporter de nouveaux éléments de compréhension mais se trouvent confrontés à un manque de données expérimentales. Le but de cette étude expérimentale est de fournir des données sur le transport de particules chargées dans deux configurations magnétiques typiques dites de dérive bornée et de dérive fermée. Les informations obtenues sont ensuite confrontées aux résultats d'un modèle fluide 2.5D [1].

L'utilisation d'une sonde de Langmuir permet de caractériser le plasma en volume mais ne donne pas d'informations relatives au flux de particules. La caractérisation expérimentale du flux électronique et ionique est effectuée à l'aide d'une sonde de mesure de courant à la paroi [2]. Cette technique permet d'obtenir une résolution spatiale et temporelle des flux d'ions et d'électrons arrivant à la surface de l'enceinte.

Nous avons mis en évidence expérimentalement, dans la configuration de dérive bornée similaire à la source d'ions négatifs d'ITER, que les parois de l'enceinte ont pour effet d'obstruer la dérive magnétique. Le flux de particules orienté par la dérive magnétique vers la paroi latérale est alors redirigé à travers la barrière magnétique. Le passage des électrons se caractérise alors par une forte asymétrie du courant d'électrons. Dans ce cas, le flux électronique suit une loi en  $1/B$  ( $B$  intensité du champ magnétique). La configuration de dérive fermée similaire aux sources magnétrons et aux propulseurs, actuellement à l'étude, possède une symétrie cylindrique. La dérive magnétique est alors piégée en rotation autour de l'axe de symétrie et ne participe pas au transport des électrons vers les parois. Le transport électronique suit alors une loi classique en  $1/B^2$ . Toutefois, le modèle fluide suggère la présence d'instabilités pouvant réduire le confinement magnétique. Les résultats expérimentaux de cette étude seront présentés et discutés.

## Remerciements

Ces travaux sont effectués grâce à l'aide de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) soutenant le projet METRIS, contrat numéro : ANR-11-JS09-008-01.

## Références

- [1] G. J. M. Hagelaar and N. Oudini, *Plasma Phys. Control. Fusion* **53**, 124032 (2011).
- [2] R. Baude, F. Gaboriau, and G. J. M. Hagelaar, *Rev. Sci. Instrum.* **84**, 083502 (2013).