

Transition H-W déclenchée par injection de courant électronique

V. Desages¹, N. Plihon¹, V. Dolique¹, F. Pagaud¹

¹ Univ Lyon, ENS de Lyon, CNRS, Laboratoire de Physique, F-69342 Lyon, France

mél: vassili.desages@ens-lyon.fr

Ce travail expérimental porte sur une colonne de plasma froid dans un champ magnétique axial homogène de 180 G. Une antenne demie-hélice permet d'ioniser de l'argon à 0,13 Pa [1]. La nature du couplage entre le plasma et l'antenne dépend de la puissance RF P_{rf} fournie à cette dernière à 13,56 MHz. A basse puissance, le couplage est capacitif (E), puis inductif (H) à plus forte puissance. Passé une puissance seuil P_s , des ondes hélicons (W) stationnaires sont excitées dans la cavité, et le taux d'ionisation augmente d'un ordre de grandeur par rapport aux couplages à $P_{rf} < P_s$. Sans injection de courant électronique (courbe verte à droite), $P_s = 1100$ W. Une fois le seuil franchit, une forte hystérésis est observée et des modes hélicons naturels de la cavité sont successivement excités lorsque P_{rf} est diminuée [2] (courbe pointillée à droite).

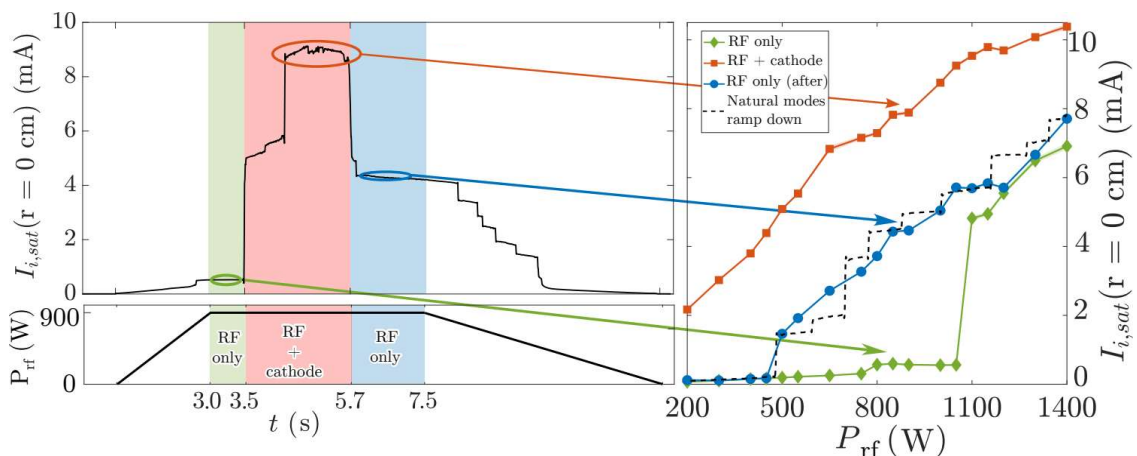


Figure 1: Densité au centre et P_{rf} en fonction du temps (gauche). Densité en fonction de P_{rf} (droite).

L'évolution temporelle à gauche montre l'effet d'une injection transitoire de courant (à $3,5 < t < 5,7$ s) pour une puissance RF de 900 W. En présence d'injection de courant (courbe rouge à droite), la densité augmente très fortement, pour une puissance injectée par la cathode de l'ordre de 10 W. Après l'injection, la densité reste élevée (courbe bleue), et des mesures de sonde magnétique ont confirmé que ce régime correspond aux modes hélicons naturels obtenus lors de l'hystérésis sans injection. Pour le présent régime d'injection, le seuil d'excitation du mode hélicon est réduit à 500 W.

L'utilisation du code HELIC [4], qui résout les équations de Maxwell avec conditions aux limites pour un profil de densité donné en géométrie cylindrique, et donc les structures des modes hélicons de la cavité, a permis de fournir une interprétation. L'injection de courant augmente localement la densité au centre. Ceci modifie la puissance absorbée par le plasma P_{abs} , sans modifier la puissance perdue aux bords de la colonne P_{loss} . Les points de fonctionnements en régime stationnaire ($P_{abs} = P_{loss}$) prédits avec injection sont des modes hélicons de plus hautes densités que ceux sans injection. Lorsque l'injection est stoppée, la densité élevée dans la cavité permet de maintenir les modes propres naturels.

Références

- [1] Pagaud, F., PhD thesis, ENS de Lyon (2024). <https://theses.hal.science/tel-04679798>
- [2] Shinohara, S. (2022). High-Density Heliconplasma science. Dunod.
- [3] Pagaud, F., Dolique, V., Claire, N. and Plihon, N. (2023). Plasma Sources Science and Technology, 32(11):115019.
- [4] Arnush, D. (2000). Physics of Plasmas, 7(7):3042–3050.