

Les plasmas à Retournement Temporel : Vers un contrôle spatio-temporel des plasmas en cavité surmodée à basse pression

V.Mazières¹, R.Pascaud², L.Liard¹, S.Dap¹, R.Clergereaux¹ et O.Pascal¹

¹ Laboratoire LAPLACE, université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31077 Toulouse

² ISAE-SUPAERO, Université de Toulouse, France

mél: valentin.mazieres@laplace.univ-tlse.fr

L'objectif de cette communication est de présenter le concept de la source plasma innovante que nous avons introduite récemment, à savoir la "Space-Time Plasma Steering Source" (STPSS). Elle a été introduite pour relever le défi du contrôle des plasmas dans les grandes cavités, qui a été identifié dans la littérature [1]. La difficulté vient du caractère « surmodé » des grandes cavités, qui empêche le contrôle spatial de la distribution du champ par les techniques « modales » usuelles (*i.e.* consistant à exciter un ou plusieurs modes de résonance à une certaine fréquence d'excitation) [2].

Contrairement aux technologies conventionnelles de plasmas micro-ondes, l'idée n'est pas d'allumer un plasma occupant tout le volume d'un réacteur plasma, mais plutôt d'allumer un plasma localisé dont l'emplacement dans le réacteur peut être contrôlé dynamiquement. Ce contrôle dynamique est rendu possible en modifiant la forme d'onde temporelle du signal $s(t)$ transmis à une cavité surmodée. C'est alors le comportement des ondes à l'intérieur de la cavité qui contrôle la localisation du plasma, d'où le nom de "Space-Time Plasma Steering Source" (voir Figure 1).

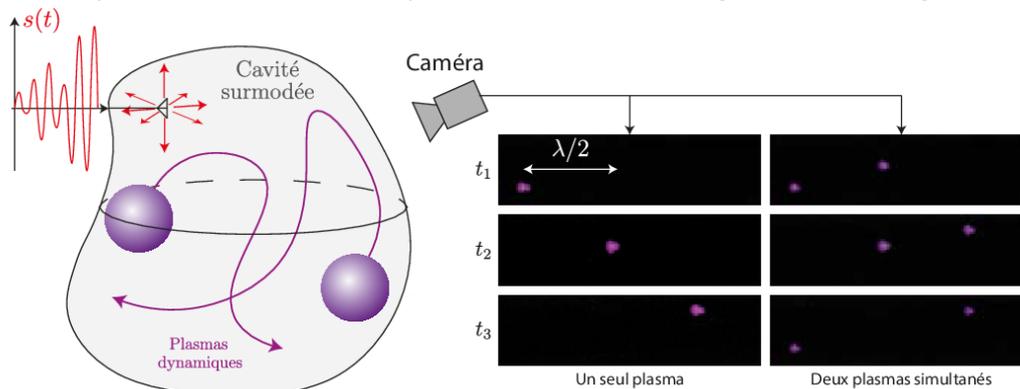


Figure 1 : (Gauche) Principe de la STPSS (Droite) Photos des plasmas amorcés expérimentalement par RT

Suivant ce principe, nous avons réussi à contrôler en régime pulsé la position du plasma sur des initiateurs dans une cavité surmodée en utilisant le Retournement Temporel (RT) [3] (et plus tard avec une technique plus élaborée [4]), comme les photos de la Figure 1 le montrent. Nous discuterons des caractéristiques inhabituelles de cette source plasma micro-onde : dimension et localisation du plasma non corrélées au design de la cavité, faible temps de montée (de l'ordre de la ns) et très faible rapport cyclique (de l'ordre de 0,05%) [5]. Nous finirons par discuter des prochaines étapes à suivre pour le développement de cette source, et en particulier du décrochage des plasmas des initiateurs, dans le but d'atteindre un contrôle spatio-temporel complet des plasmas dans les cavités surmodées.

Références

[1] S. Samukawa et al, "The 2012 Roadmap", J. Phys. D: Appl. Phys. 45.25, juin 2012, p. 2530012.

[2] G. S.J. Sturm, et al, "Microwaves and microreactors: Design challenges and remedies", Chemical Engineering Journal, Volume 243, 2014, p. 147-158.

[3] V. Mazières, et al, "Plasma generation using time reversal of microwaves", Appl. Phys. Lett., 115.15 (oct. 2019), p. 154101.

[4] V. Mazières et al., "Transient Electric Field Shaping With the Linear Combination of Configuration Field Method for Enhanced Spatial Control of Microwave Plasmas", IEEE Access, 8 (2020), p. 177084-177091.

[5] V. Mazières et al, "Spatio-temporal dynamics of a nanosecond pulsed microwave plasma ignited by time reversal", Plasma Sources Sci. Technol., 29 125017, 2020.

Statut : post-doc