

## Proposition de stage Master 2

**Titre :** Croissance de couches minces et de nanoparticules dans les plasmas hydrocarbonés

**Responsables :** Dr. Maxime MIKIKIAN

**Laboratoire d'accueil :** GREMI, UMR 7344 Université d'Orléans/CNRS

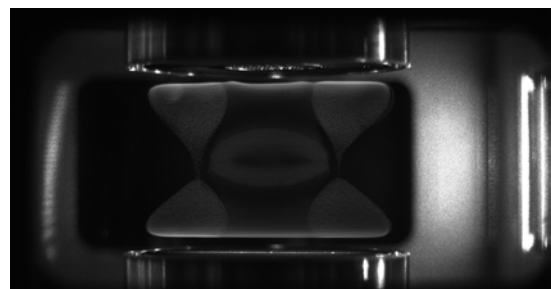
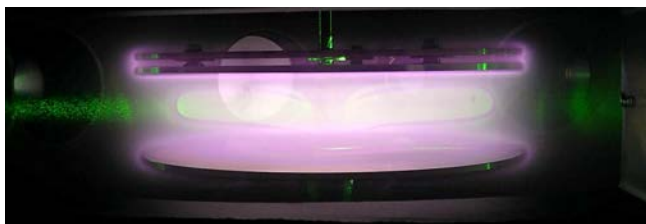
**Suite au stage :** Pas de possibilité de thèse (pas de financement)

Les plasmas poudreux sont des gaz ionisés qui contiennent des particules solides dont la taille peut varier du nm au mm. Ces poudres sont naturellement présentes dans le milieu ou elles se forment au sein même de celui-ci. Cette formation est due à la présence de gaz réactifs dont les molécules vont être à l'origine de réactions chimiques et physiques entraînant la croissance de macromolécules puis de particules solides de plus en plus grosses. Les poudres peuvent également provenir de l'érosion ou de la pulvérisation des surfaces exposées au plasma.

Ces plasmas poudreux (ou poussiéreux, dusty ou complex plasmas en anglais) se rencontrent en astrophysique dans les queues de comètes, les nuages interstellaires ou certaines atmosphères planétaires (aérosols). Dans les plasmas artificiels, les poussières sont souvent nuisibles. Dans les plasmas de fusion comme pour le futur réacteur ITER, le plasma peut entrer en contact avec les parois entraînant l'éjection de fragments de parois ou l'émission de molécules réactives à l'origine de la formation de poussières. Dans les plasmas industriels, notamment en microélectronique, des conditions de propreté extrêmes (salle blanche) sont nécessaires du fait de la miniaturisation des composants plus petits que les poussières ambiantes. Cependant, les poussières sont parfois créées par les procédés eux-mêmes par l'utilisation de gaz réactifs ou l'érosion des surfaces exposées au plasma. Depuis quelques années des utilisations bénéfiques des poudres sont apparues en nanotechnologie pour fabriquer des nanoparticules aux propriétés contrôlées ou pour la conception de nouveaux matériaux nanostructurés. Les applications concernent la cosmétique, le bio-médical, les revêtements ultra-durs, les cellules solaires, les transistors et mémoires, les composants optiques ... Dans tous ces domaines, la compréhension et la maîtrise de la croissance et du comportement des poudres sont fondamentales.

C'est dans ce cadre général que s'inscrit ce sujet de stage. Il s'agira d'étudier par des méthodes optiques, les processus de formation des poudres issues de la pulvérisation ou de gaz réactifs. Ce travail sera réalisé sur des plasmas radiofréquences à basse pression. Différents diagnostics optiques seront principalement utilisés : diffusion laser (pour la détection des poudres), spectroscopie d'émission optique (pour identifier les molécules impliquées), imagerie rapide (pour caractériser les instabilités du plasma). Ces mesures optiques seront comparées à des mesures électriques permettant de suivre la croissance des poudres : courant de décharge, sonde de Langmuir. Un système de spectrométrie de masse vient d'être acquis et pourra compléter l'éventail des diagnostics utilisés. Les poudres et films minces formés seront analysés ex-situ par microscopie électronique. Ce stage sera réalisé au sein d'un groupe constitué de l'encadrant, d'un post-doctorant et d'un assistant ingénieur. L'aide ponctuelle de spécialistes de certains diagnostics est prévue.

Le GREMI est en ZRR (Zone à Régime Restrictif) nécessitant une période d'enquête de 2 mois pour tout recrutement en stage. Le candidat intéressé devra se faire connaître dès que possible afin de remplir les formalités administratives.



*Nuages de poudres piégés dans 2 réacteurs rf du GREMI et révélés par diffusion laser*

### Article récent

*Optical diagnostics of dusty plasmas during nanoparticle growth*

M. Mikikian, S. Labidi, E. von Wahl, J.-F. Lagrange, T. Lecas, V. Massereau-Guilbaud, I. Géraud-Grenier, E. Kovacevic, J. Berndt, H. Kersten, T. Gibert, *Plasma Phys. Control. Fusion* **59**, 014034 (2017)