

Proposition de sujet de Stage de MASTER 2

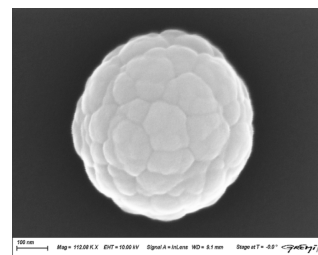
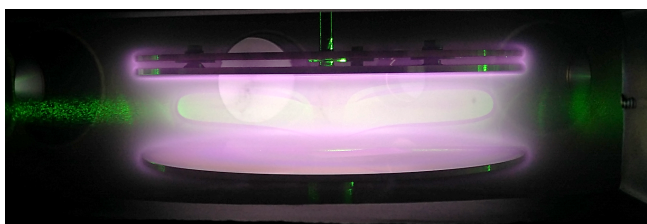
Laboratoire d'accueil: GREMI Adresse: 14 rue d'Issoudun, BP6744, 45071 Orléans Cedex 2	2023-2024
Responsable(s) du stage : Maxime Mikikian Téléphone : 02 38 49 48 81 e-mail : maxime.mikikian@univ-orleans.fr Profil souhaité : Etudiant attiré par le travail expérimental, Physico-chimie des plasmas	

Titre : Réactivité dans les plasmas hydrocarbonés : Des réactions en volume au dépôt de couches minces

Sujet: Les plasmas poudreux sont des gaz ionisés qui contiennent des particules solides dont la taille peut varier du nm au mm. Ces poudres sont soit naturellement présentes dans le milieu, soit elles se forment au sein même de celui-ci du fait de la présence de gaz réactifs ou de la pulvérisation des surfaces exposées au plasma. Ces plasmas poudreux (ou poussiéreux, dusty ou complex plasmas) se rencontrent en astrophysique dans les queues de comètes, les nuages interstellaires ou certaines atmosphères planétaires (aérosols). Dans les plasmas de fusion (ITER), le plasma peut entrer en contact avec les parois entraînant l'éjection de fragments ou de molécules réactives à l'origine de la formation de poudres nuisibles à la stabilité du plasma. 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 mais les poudres sont parfois créées par les procédés eux-mêmes. Depuis quelques années des utilisations bénéfiques des poudres sont apparues pour de nombreuses applications comme en nanotechnologie pour fabriquer des nanoparticules aux propriétés contrôlées ou pour la conception de nouveaux matériaux nanostructurés. Dans l'ensemble de ces domaines, la compréhension et la maîtrise de la nucléation, de la croissance et du comportement des poudres sont fondamentales.

Dans ce stage, il s'agira d'étudier la réactivité en volume de plasmas hydrocarbonés (méthane ou acétylène par ex.) qui mène à la formation de nombreuses molécules au sein du plasma par des processus de dissociation et de recombinaison. Cette chimie complexe peut mener à la formation de macromolécules puis de nanoparticules piégées dans le plasma. Simultanément, des couches minces hydrocarbonées se déposent sur les surfaces exposées au plasma. Durant ce stage, l'étudiant prendra en main le diagnostic de spectrométrie de masse qui permet de caractériser les molécules neutres ainsi que les ions positifs et négatifs formés dans le plasma. Cela permettra d'identifier les principales molécules et les voies de croissance possibles vers des macromolécules puis des nanoparticules. L'étude de la phase plasma sera complétée par l'analyse des films déposés, notamment en terme d'épaisseur, par le diagnostic in-situ de microbalance à quartz et des analyses ex-situ de microscopie électronique à balayage.

Ce sujet de stage pourra se poursuivre en thèse. Le stage permettra à l'étudiant d'acquérir les bases indispensables au démarrage de la thèse qui focalisera sur un gaz hydrocarboné d'intérêt atmosphérique, le diméthylamine (DMA, $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$). Cette molécule est présente sous forme de traces dans l'atmosphère terrestre et suspectée d'avoir un rôle crucial dans la formation d'aérosols potentiels noyaux de condensation à l'origine de la formation de nuages impactant la machine climatique. Il apparaît donc fondamental de mieux comprendre la réactivité de cette molécule. Des travaux récents ont été menés sur de grands instruments, comme dans l'expérience CLOUD au CERN, mais peu sont réalisés dans des dispositifs de laboratoire permettant de varier les conditions expérimentales et de réaliser de nombreux diagnostics dans un milieu plus facilement maîtrisable.



Nuage de poudres piégé dans le plasma et révélé par diffusion laser. Exemple de poudre formée en plasma Ar/CH₄

<https://cv.hal.science/maxime-mikikian>

<https://www.univ-orleans.fr/fr/gremi/maxime-mikikian>