

Diagnosics d'un plasma microfluidique pulsé nanoseconde au contact d'une solution sursaturée de glycine pour le contrôle de la nucléation cristalline

Chercheuse référente : Alexandra Brisset (EM2C), alexandra.brisset@centralesupelec.fr

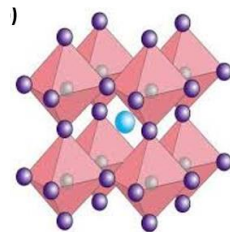
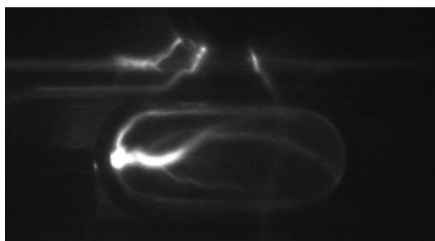
Co-encadrants : Arthur Salmon (LGPM), arthur.salmon@centralesupelec.fr et Clément Lafargue, clement.lafargue@ens-paris-saclay.fr

Contexte : La nucléation est un phénomène stochastique présent dans la plupart des transitions de phases (e.g. cristallisation). Le projet ANR INCRYS a pour objectif de comprendre comment un plasma hors-équilibre induit la nucléation cristalline dans une solution saturée, c'est à dire la formation des premières mailles cristallines lors d'une précipitation. L'utilisation d'un plasma pour déclencher la nucléation est motivée par le contrôle de la morphologie et de la distribution en taille des cristaux. De nombreux processus plasma pourraient être à l'origine de la nucléation qui interviennent à des échelles de temps allant de l'ultra-rapide (sub-nanoseconde) à la milliseconde.

L'approche du projet INCRYS est dans un premier temps d'identifier les phases temporelles de la cristallisation induite par plasma. Deux dispositifs expérimentaux sont utilisés pour cette étude : le premier est un réacteur plasma microfluidique composé d'un capillaire millimétrique parcouru par une solution sursaturée et par des bulles d'air ou d'argon injectées périodiquement dans lesquelles le plasma est généré (Fig. 1.a). Ce premier dispositif permet de confiner la zone de nucléation dans un volume accessible à des diagnostics laser. Le second dispositif est constitué d'une pointe portée à haute tension au-dessus d'une cuvette contenant la solution saturée. Ce dispositif est bien adapté pour une mesure de la densité électronique par diffusion Thomson et pour une étude statistique de la probabilité de nucléation et du nombre moyen de cristaux formés.

Les objectifs du stage sont les suivants :

1. Optimiser le dispositif expérimental microfluidique (dispositif 1) existant afin d'assurer la formation contrôlée et synchronisée des bulles et de la décharge (synchronisation effectuée à partir d'une interface en langage python).
2. Caractériser le plasma par imagerie rapide (sub-ns) et par spectroscopie d'émission optique (température, identification d'espèces émissives, mesure de la densité électronique) sur les dispositifs 1 et 2 pour identifier des mécanismes réactionnels possibles de nucléation
3. Intégrer au dispositif 2 le diagnostic de diffusion Thomson, disponible à l'EM2C, pour affiner la mesure de densité électronique par une technique laser, de haute résolution spatio-temporelle



La solution utilisée sera une solution modèle eau/glycine. Le stage se fera en collaboration avec J.-F. Audibert, ingénieur au LuMin/PPSM, Arthur Salmon, chercheur au LGPM et leader du projet INCRYS et Clément Lafargue, chercheur au LuMin.

Figure 1: (a) Emission plasma généré dans une bulle d'air du système microfluidique, dans une solution eau/NaCl. (b) cristaux de pérovskites

Le candidat aura des connaissances de programmation / python, et idéalement des notions de spectroscopie d'émission et de physique des plasmas.