

Offre de stage : Développement de puces microfluidiques innovantes couplant liquide et plasmas confinés dans des bulles de gaz : Application à la synthèse chimique

Contexte :

Ce projet s'inscrit à l'interface entre la physique des plasmas, la microfluidique, et la chimie verte, avec un fort potentiel de transfert technologique. L'objectif est de concevoir une **puce microfluidique innovante couplant un plasma froid généré in situ dans des bulles de gaz avec un écoulement liquide**. Cela permettra d'exploiter les synergies entre ces deux milieux pour des applications de synthèse chimique et de traitement de liquides. La Figure 1 présente un premier test de plasma réalisé dans une cellule microfluidique réalisée au LGC sur laquelle une cellule de décharge à barrière diélectrique a été réalisée (Figure 2).

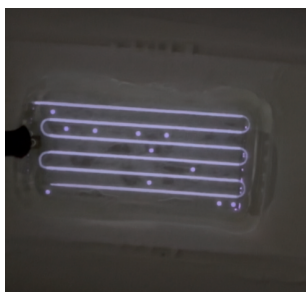


Figure 1 : Photographie de la cellule microfluidique en gaz en présence d'un plasma

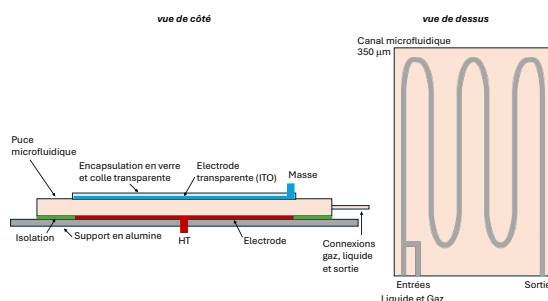


Figure 2 : Schéma de principe de la cellule microfluidique / plasma

L'utilisation de microbulles comme micro-réacteurs plasma présente un double avantage : d'une part, le plasma, riche en espèces réactives (radicaux, électrons, ions, UV), permet d'initier des réactions chimiques difficile, voire impossible à obtenir par des voies classiques (ex. : réduction d'oxydes métalliques, polymérisation, activation de molécules organiques) ; d'autre part, le confinement dans des bulles en mouvement au sein d'un liquide assure un contrôle spatio-temporel précis des réactions, tout en limitant les risques de contamination ou de dégradation des parois de la puce.

L'intérêt majeur de ce couplage réside dans la création d'un environnement réactionnel hybride, où le liquide joue à la fois le rôle de solvant, de transport de réactifs, et de modérateur thermique, tandis que les bulles de plasma apportent l'énergie nécessaire pour activer des processus chimiques à basse température. Ainsi, cette approche innovante est particulièrement prometteuse pour développer de nouveaux procédés de synthèse chimique assistés par plasma.

Objectifs du stage :

Le stage vise à réaliser les premiers essais complets sur la cellule microfluidique DBD développée conjointement par le LAPLACE (<https://www.laplace.univ-tlse.fr>) et le LGC (<https://lgc.cnrs.fr>).

1. Caractériser électriquement (tension, courant, charge transférée) et optiquement (imagerie rapide, éventuellement spectroscopie d'émission) la décharge générée dans les bulles de gaz.

2. Mettre en œuvre et stabiliser un écoulement segmenté gaz-liquide contrôlé dans le micro-canal.
3. Étudier l'influence des paramètres opératoires (débit de gaz, nature du gaz, tension et fréquence d'excitation) sur le régime de décharge obtenu (homogène ou filamentaire) et sur la stabilité des bulles.
4. Réaliser de premiers essais de synthèse chimique ou d'activation de molécules dans le micro-réacteur, en lien avec le LCC (<https://www.lcc-toulouse.fr>).

Profil recherché :

Étudiant(e) de Master 1 ou 2 en physique des plasmas, génie des procédés ou chimie, avec une appétence pour le travail expérimental.

- Intérêt pour la physique des décharges électriques, la microfluidique et/ou la chimie verte
- Goût pour l'instrumentation (électronique basse fréquence/HT, diagnostics optiques) et la mise au point expérimentale
- Autonomie et rigueur, capacité à travailler à l'interface entre plusieurs équipes de laboratoires (LAPLACE, LGC, LCC)

Encadrement et environnement :

Le stage sera réalisé entre le LAPLACE (Université de Toulouse) et le LGC (INP Toulouse, site de Labège). Il sera réalisé dans le cadre d'une collaboration entre trois laboratoires impliquant des chercheurs aux compétences complémentaires : N. Naudé, S. Dap et N. Gherardi (groupe SciPRA, LAPLACE) pour le volet plasma/DBD, I. Rodriguez-Ruiz et S. Teychené (LGC) pour le volet microfluidique. Sur la fin du stage, des interactions avec M. Kahn (LCC) sont prévues pour le volet synthèse chimique.

Contacts :

Nicolas Naudé : Maître de Conférences à l'Université de Toulouse, LAPLACE

nicolas.naude@laplace.univ-tlse.fr

Isaac Rodriguez-Ruiz : Chargé de Recherche CNRS, LGC

isaac.rodriguez-ruiz@cnrs.fr