PROPOSITION DE STAGE
INTERNSHIP PROPOSAL

26 - 27

☐ Licence ☐ Master 1 ☒ Master 2 ☒ Fin d'études

Nom du laboratoire / *Laboratory name* :

Code d'identification : UMR8578 Organisme / *Institution* : CNRS / UPSaclay

Adresse / *Adress* : LPGP, Bât. 210, rue Henri Becquerel
Université Paris-Saclay, 91405 Orsay

Site Internet / *web site* : www.lpgp.universite- paris-saclay.fr

Lieu de stage / *Internship place* : LPGP, Bâtiment 210, Campus Orsay Vallée

Responsable de stage / *Internship supervisor* :

Nom / *Name* : BOURNONVILLE Prénom / *First name* : Blandine

Courriel / *Mail* : blandine.bournonville@universite-paris-saclay.fr

Tél : 01 69 15 75 16

Autres contacts / *Other contacts* : Olivier LEROY, CR CNRS (HDR)

Stage / *Internship*

Durée/duration
6 mois

Prise en charge du transport / *Payment for transport* :
OUI / ~~NON~~

Rémunération / Scholarship OUI / ~~NON~~

Intitulé / *Title* : **Optimisation du couplage de puissance et caractérisation spectroscopique de torches à plasma micro-onde d'air.**

Résumé / *Summary* :

Ce stage porte sur l'optimisation du couplage de puissance et la caractérisation spectroscopique de torches à plasma micro-onde (2,45 GHz) d'air. Les torches seront caractérisées et optimisées sans plasma à l'aide d'un analyseur de réseau vectoriel. L'effet du plasma sur la fréquence de résonance du dispositif sera étudié. L'influence de la puissance micro-onde, du débit de gaz et de la géométrie des torches sera analysée. Deux types de torches seront étudiés expérimentalement avec en parallèle des simulations électromagnétiques. La spectroscopie d'émission optique permettra de caractériser le plasma (température, densité électronique). La post-décharge sera étudiée par la mesure de la concentration de certains gaz (dont les NO_x).

PROPOSITION DE STAGE
INTERNSHIP PROPOSAL

26 - 27

Sujet de stage / *Internship*

Les plasmas générés par micro-ondes constituent une solution intéressante pour produire des plasmas d'air hors équilibre à pression atmosphérique, notamment pour des applications de traitement de surface. La présente étude s'insère dans un projet d'application novatrice de désherbage par plasma, qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet par le LPGP et est soutenu par la SATT Paris-Saclay. Ce dispositif propose une alternative durable aux méthodes chimiques qui s'adresse aussi bien aux environnements urbains qu'au secteur agricole, où le désherbage est indispensable pour des raisons de sécurité, de maintenance et de rendement. Différents points seront abordés au cours de ce stage : l'optimisation du couplage de puissance, une étude spectroscopique du plasma ainsi que l'analyse de la post-décharge.

Pour ce stage, l'alimentation micro-onde sera assurée par deux générateurs micro-ondes de technologie différente. Par ailleurs, l'étude portera sur deux types de torches à plasma micro-ondes : une de type TIA (Torche à Injection Axiale) et une autre de type MPT (Microwave Plasma Torch), nettement plus compacte que la TIA.

Quel que soit le générateur utilisé, l'efficacité du transfert de puissance entre la source micro-onde est un paramètre clé du système. La présence du plasma modifie l'impédance du système d'où le besoin d'étudier finement le décalage de la fréquence de résonance induit pour permettre à la fois l'allumage, ainsi que le bon fonctionnement du plasma.

Ce stage vise à étudier expérimentalement l'impact d'un plasma d'air à pression atmosphérique sur les torches à plasma micro-onde fonctionnant autour de 2,45 GHz. Avec initialement une torche caractérisée sans plasma à l'aide d'un analyseur de réseau vectoriel, le couplage sera optimisé avec plasma, à partir de mesures de puissances incidente et réfléchie réalisées à l'aide de milli-wattmètres par deux approches différentes :

- En recherchant directement la fréquence optimale grâce à la possibilité de faire varier la fréquence d'un des générateurs micro-ondes (ici entre 2,4 et 2,5 GHz) ;
- En modifiant la géométrie de la torche. Avec cette méthode, il est nécessaire de caractériser de nouveau la torche sans plasma à l'analyseur de réseau.

Le décalage en fréquence induit par la présence du plasma obtenu par les deux méthodes sera ensuite comparé.

L'influence de différents paramètres sur le décalage de fréquence, tels que la puissance micro-onde, le débit de gaz et la géométrie de la torche, sera analysée. Pour compléter l'étude, de l'imagerie du plasma avec une caméra et des filtres interférentiels servira à déterminer l'étendue du plasma et la cartographie de certaines espèces.

L'approche expérimentale sera complétée par des simulations électromagnétiques avec le logiciel CST microwave studio d'une torche avec et sans plasma.

PROPOSITION DE STAGE
INTERNSHIP PROPOSAL

26 - 27

Sujet de stage / *Internship*

Cette étude contribuera au développement d'un système permettant l'allumage et le fonctionnement de plusieurs torches à plasma montées en parallèle sur un même générateur micro-onde, avec pour but des traitements de surface par plasma de plus grandes surfaces. De plus, des conditions d'autoallumage pourraient être déterminées d'abord avec de l'argon, puis avec de l'air.

Suivant le profil du stagiaire, d'autres diagnostics peuvent être mis en œuvre. En effet, pour l'application envisagée, les effets herbicides du plasma sont multiples (espèces actives, température, rayonnement UV…) et agissent probablement en synergie.

La spectroscopie d'émission optique résolue spatialement de bandes ro-vibrationnelles de molécules diatomiques présentes dans l'air (OH, N_2) permettra de cartographier la température du gaz dans le plasma. Cette information est importante pour pouvoir quantifier les voies de réaction prépondérantes dans la cinétique réactionnelle de l'air.

Des mesures d'élargissement Stark de la raie Hα de l'hydrogène (656 nm) devraient permettre d'accéder à la densité électronique du plasma. Des caractérisations en fonction des divers paramètres expérimentaux (débit d'air, puissance micro-onde, humidité de l'air) seront particulièrement intéressantes.

De plus, des mesures de rayonnement UV, en particulier dans la gamme UV-C (100-280 nm), reconnue pour sa forte action herbicide, seront menées au laboratoire et potentiellement en collaboration avec une université allemande pour les plus petites longueurs d'onde.

Enfin, des mesures par prélèvement de gaz (hors du plasma) seront effectuées pour quantifier des espèces réactives stables, telles que l'ozone ou les NO_x à différentes distances du plasma.

Les prérequis pour le stage sont des bases solides en physique. Des connaissances en physique des plasmas seront particulièrement appréciées.

Ce stage permettra d'aborder la physique des plasmas, l'électromagnétisme, la caractérisation micro-onde, les techniques de mesure de puissance et la simulation électromagnétique. Concernant les diagnostics, la spectroscopie d'émission optique ainsi qu'un analyseur chimique d'oxydes d'azote et d'ozone seront utilisés.

Cette étude constituera la première étape d'une étude plus poussée qui fera l'objet d'un sujet de thèse sur les torches à plasma micro-ondes.