**Diagnostics d’un plasma radiofréquence pour la synthèse de nanostructures**

**Information Générale**

Workplace : NANCY

Type of Contract : FTC Scientist

Contract Period : 12 months

Expected date of employment : February or March, 1st 2023

Proportion of work : Full time

Desired level of education : PhD

Experience required : < 2 years after PhD

**Missions**

Le projet porte sur l’analyse de la partie plasma d’un procédé de synthèse de nanostructures formées au moyen d’un précurseur qui peut être soit de l’anhydride maléique, soit de l’allylamine, soit de la citronnelle.

Ce projet sera réalisé en étroite collaboration avec les partenaires de l’Institut de Sciences des Matériaux de Mulhouse (IS2M) dont les compétences dans les domaines de la polymérisation plasma, de la fonctionnalisation des surfaces, de la chimie interfaciale et de la photochimie permettront d’associer les résultats de l’étude proposée aux travaux conduits sur les mécanismes de formation des nanostructures.

**Activités**

Une caractérisation spectroscopique minutieuse des différentes phases du plasma selon le précurseur utilisé sera effectuée à l'Institut Jean-Lamour. Elle sera réalisée dans différentes conditions de plasmas continus et pulsés. Ces conditions seront sélectionnées à partir des résultats de la littérature scientifique et des travaux préliminaires qui ont déjà été effectués. Le but de cette tâche est d'identifier qualitativement et semi-quantitativement les principales espèces présentes dans le plasma. Seront employées :

* La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) in-situ pour identifier les espèces du plasma pendant la polymérisation.
* La spectroscopie d'émission optique résolue temporellement qui permet d’avoir accès à différents paramètres comme les densités des espèces excitées, la température du gaz, les températures des neutres et des électrons, etc.
* Des mesures d'absorption par spectroscopie d'absorption à diode laser accordable pour approfondir notre compréhension de certains processus chimiques.
* Des mesures électriques, complétées par des mesures de la sonde de Langmuir, pour avoir accès aux flux d’ions, aux densités de courant, au potentiel plasma, etc.

Ces informations seront essentielles pour l'identification des réactions possibles entre les espèces du plasma et pour comprendre leur processus de polymérisation. En outre, cela permettra également de proposer des réactions entre les espèces du plasma et la surface.

Dans un second temps, la question de l'homogénéité de la composition chimique du plasma sera abordée pour parvenir à des distributions spatiales d’espèces contrôlées à l'intérieur du réacteur. Cette analyse est essentielle, car les changements de composition du plasma affectent la formation des nanostructures selon les endroits du réacteur.

Cet aspect sera également abordé temporellement, puisqu’il est possible de travailler en mode pulsé. La modification du temps d'activation (*ton*) et du temps de désactivation (*toff*) de la décharge permettra l'évaluation de l’influence de cette variable "temporelle". Il est en effet bien connu que la variation du rapport cyclique (*ton* ⁄ (*ton* + *toff*)) modifie significativement la composition chimique et les propriétés des polymères plasma synthétisés.

**Compétences**

La candidate ou le candidat doit être titulaire d'un doctorat et disposer de connaissances théoriques et expérimentales approfondies en caractérisation des plasmas froids. Elle / Il doit disposer d’une formation solide en diagnostic des plasmas par différentes méthodes et de préférence par les méthodes présentées (spectroscopie d’émission optique, TDLAS, FTIR, sondes, etc.). Un goût marqué pour l’expérimentation scientifique est attendu sur ce profil. De solides compétences en communication sont indispensables (oral, écrit, en français et en anglais).

**Contexte**

L'Institut Jean Lamour (IJL) est une unité mixte de recherche du CNRS (Institut de Chimie) et de l'Université de Lorraine, spécialisée en science et ingénierie des matériaux et des procédés. Elle compte 4 départements de recherche, 25 équipes et quelque 500 personnes. Le laboratoire est situé à Nancy (France), à proximité de l'Allemagne, de la Belgique et du Luxembourg et à une heure et demi de Paris en TGV.

Ce projet entre dans le cadre de l’ANR SPON-TO-CTRL qui est centrée la compréhension et l'ingénierie des processus élémentaires de formation de nanostructures par polymérisation plasma. Cela vise à permettre d'orienter la formation et la croissance initialement aléatoires des nanostructures vers des nanomodèles conçus. Cette ANR est portée par 2 laboratoires : l’IJL à Nancy et L’IS2M à Mulhouse.

**Contact**

|  |
| --- |
| Thierry Belmonte et Cédric Noël  Institut Jean Lamour, CP2S, Equipe 201  UMR 7198 CNRS - Université Lorraine  Parc de Saurupt - CS 50840  54011 Nancy Cedex  [thierry.belmonte@univ-lorraine.fr](mailto:thierry.belmonte@univ-lorraine.fr)  [c.noel@univ-lorraine.fr](mailto:c.noel@univ-lorraine.fr)  Tél.: 03 72 74 24 99 |

**Diagnostics of a radiofrequency plasma for nanostructures synthesis**

**Missions**

The project deals with the analysis of the plasma in a synthesis process of nanostructures formed from a precursor which can be either maleic anhydride, allylamine or citronella.

It will be carried out in close collaboration with the partners of the Institute of Material Sciences in Mulhouse (IS2M) whose skills in the fields of plasma polymerization, surface functionalization, interfacial chemistry and photochemistry will be required to associate the results of the proposed study with the work that will be carried out on the mechanisms of nanostructures formation.

**Activities**

A detailed spectroscopic characterization of the different phases of the plasma according to the precursor used will be carried out at the Jean-Lamour Institute. It will be performed under different conditions of continuous and pulsed plasmas. These conditions will be selected from the results of the scientific literature and the preliminary work that has already been done. The aim of this task is to identify qualitatively and semi-quantitatively the main species present in the plasma. The following will be used:

- In-situ Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) to identify the species in the plasma during polymerization.

- Time-resolved optical emission spectroscopy to access different parameters such as the densities of excited species, gas temperature, neutral and electron temperatures, etc.

- Absorption measurements by tunable laser diode absorption spectroscopy to deepen our understanding of selected chemical processes.

- Electrical measurements, completed by Langmuir probe measurements, to have access to ion fluxes, current densities, plasma potential, etc.

This information will be essential for the identification of possible reactions between the plasma species and for the understanding of their polymerization process. In addition, it will also allow us to propose reactions between the plasma species and the surface.

In a second step, the issue of the homogeneity of the plasma in terms of chemical composition will be addressed to achieve controlled spatial distributions of species inside the reactor. This analysis is essential, as changes in plasma composition affect the formation of nanostructures at different locations in the reactor.

This aspect will also be addressed temporally, since it is possible to work in pulsed mode. The modification of the activation time (*ton*) and the deactivation time (*toff*) of the discharge will enable the evaluation of the influence of this "temporal" variable. It is indeed well known that the variation of the duty cycle (*ton* ⁄ (*ton* + *toff*)) significantly modifies the chemical composition and properties of the synthesized plasma polymers.

**Skills**

The candidate must have a PhD and extensive theoretical and experimental knowledge in cold plasma characterization. He/she must have a solid background in plasma diagnostics by different methods and preferably by the presented methods (optical emission spectroscopy, TDLAS, FTIR, probes, etc.). A strong taste for scientific experimentation is expected. Strong communication skills are essential (oral, written, in French and English).

**Context**

The Institut Jean Lamour (IJL) is a joint research unit of the CNRS (Institute of Chemistry) and the University of Lorraine, specialized in science and engineering of materials and processes. It has 4 research departments, 25 teams and about 500 people. The laboratory is located in Nancy (France), close to Germany, Belgium and Luxembourg and one and a half hours from Paris by TGV train.

This project is part of the ANR SPON-TO-CTRL program, which focuses on the understanding and engineering of the elementary processes of nanostructures formation by plasma polymerization. This aims to enable the initially random formation and growth of nanostructures to be oriented towards designed nanomodels. This ANR is supported by two laboratories: the IJL in Nancy and the IS2M in Mulhouse.

**Contact**

|  |
| --- |
| Thierry Belmonte et Cédric Noël  Institut Jean Lamour, CP2S, Equipe 201  UMR 7198 CNRS - Université Lorraine  Parc de Saurupt - CS 50840  54011 Nancy Cedex  [thierry.belmonte@univ-lorraine.fr](mailto:thierry.belmonte@univ-lorraine.fr)  [c.noel@univ-lorraine.fr](mailto:c.noel@univ-lorraine.fr)  Tel.: 03 72 74 24 99 |