

## Modélisation multi-échelle du plasma en pulvérisation magnétron à impulsions de haute puissance (HiPIMS)

Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel - UMR 6502 CNRS  
Site Lombarderie - UFR Sciences et Techniques  
2, rue de la Houssinière BP 32229 - 44322 Nantes Cedex 3, France  
Tel. 02 40 37 39 39 <https://www.cnrs-imn.fr/>

### Contexte :

Rejoignez notre équipe avant-gardiste pour explorer l'univers étendu de HiPIMS, un processus de dépôt de films minces avancé avec un potentiel d'application vaste. Ce projet se concentre sur deux nouveaux modes de dépôt : le régime R-HiPIMS, en chimie réactive ; et le mode e-HiPIMS, avec une alimentation électrique de haute puissance multi-niveaux. L'objectif est de développer des modèles de simulation plasma complets qui explorent les interactions dynamiques au sein du plasma, ainsi qu'entre le plasma et la cible.

### Motivation :

À la pointe de l'avancement en sciences des matériaux, l'importance de la modélisation est indéniable. Elle se révèle comme un outil crucial, ouvrant la voie à des percées dans le domaine des dépôts de couches minces. Ce projet de doctorat vise à développer des techniques de simulation avancées pour :

- ✓ Approfondir notre compréhension des nouveaux modes HiPIMS : **e-HiPIMS** et **R-HiPIMS**,
- ✓ Affiner la morphologie et la composition des films à base de Ti selon des exigences spécifiques,
- ✓ Soutenir les projets expérimentaux en cours dédiés aux dépôts :
  - par e-HiPIMS de Ti comme revêtements anti-corrosion
  - par R- HiPIMS de TiN comme électrodes pour MOTronique et supercapacitors
  - par R- HiPIMS de TiOx comme capteurs

### Mission :

- ✚ Améliorer et étendre un modèle global dynamique, en exploitant la modulation d'impulsions multi-niveaux (**e-HiPIMS**) pour introduire des complexités / des degrés de liberté supplémentaires dans le contrôle du processus.
- ✚ Intégrer les aspects d'énergie cinétique des électrons énergétiques accélérés à travers la gaine, offrant une représentation plus précise des phénomènes d'ionisation dans le plasma.
- ✚ Incorporer la réactivité chimique des espèces plasma en présence d'azote (N<sub>2</sub>) et d'oxygène (O<sub>2</sub>), essentielle pour les processus **R-HiPIMS**, pour le dépôt d'oxyde/nitride de titane.
- ✚ Aborder les phénomènes d'empoisonnement de la cible qui sont critiques pour les interactions de surface.
- ✚ Finalement, coupler le modèle global raffiné au modèle **Particle-In-Cell-Monte-Carlo** (PIC-MC) pour une simulation complète du **transport des ions dans la phase post-décharge**, visant une compréhension holistique des mécanismes HiPIMS.

**Profil du/de la candidat.e :**

Nous recherchons une personne motivée avec un solide bagage en physique des matériaux, science des plasmas ou domaines connexes. Vous devez avoir des compétences analytiques, de l'expérience avec les outils de simulation et une passion pour la recherche appliquée.

**Environnement scientifique :**

Le/la candidat.e rejoindra l'équipe *Plasma Couches Minces (PCM)* à l'**Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN)**, une institution de premier plan dans la recherche sur les matériaux en France. Avec plus de 120 chercheurs, l'IMN offre un environnement riche en ressources, incluant des équipements de pointe pour le dépôt et la caractérisation de matériaux. Au sein de cette équipe dynamique, le/la doctorant.e bénéficiera d'une synergie interdisciplinaire et d'un accès à des infrastructures de caractérisation avancée, participant à des projets à la frontière de la physique et de l'ingénierie des matériaux.

**Processus de candidature :**

Pour plus d'informations sur le poste, veuillez contacter Dr Rim Ettouri ([rim.ettouri@cns-imn.fr](mailto:rim.ettouri@cns-imn.fr) ; Tél. +33 2 55 11 61 03).

Nous attendons avec impatience de recevoir votre candidature en ligne comprenant une lettre de motivation, un curriculum vitae, des diplômes et les coordonnées de deux références.