



# PROPOSITION DE STAGE 2024

Licence  Master 1  Master 2  Fin d'études

**Intitulé / Title :** Modélisation du transport de la matière pulvérisée dans un magnétron

## RÉSUMÉ / SUMMARY :

Le magnétron est un procédé plasma permettant le dépôt de couches minces sur un substrat. Le plasma est très dense dû à une structure de champ électromagnétique croisé. Le champ électrique est maintenu par une décharge entre deux électrodes tandis que le champ magnétique est créé par des aimants permanents. Le piège magnétique permet de piéger les électrons du plasma proche de la cible (e.g. Titane, Cuivre, Aluminium, ...) et ainsi d'accroître significativement la densité ionique tout en restant à une basse pression (0.5 Pa). Le fort flux d'ions génère une pulvérisation accrue de la cible. Depuis les années 2000, le régime HiPIMS (High Power Impulse Magnetron Sputtering) est utilisé pour augmenter le taux d'ionisation de la matière pulvérisée par l'application d'une décharge impulsionnelle à haute puissance. L'ionisation du métal pulvérisé permet de mieux contrôler le dépôt sur le substrat et d'améliorer la qualité de la couche mince.

La compréhension du transport de la matière pulvérisée est cruciale pour optimiser le dépôt et la couche mince. Ce transport dépend de nombreux paramètres tels que la répartition de l'émission de la matière pulvérisée, leur énergie initiale, l'angle d'émission et les réactions cinétiques (ionisation, diffusion), ... Le LPGP a développé ces dernières années des codes de modélisation de transport MC (Monte Carlo) car dans le régime de pression intermédiaire la description fluide fait défaut. Le MC reste la meilleure façon de traiter le transport des espèces en phase gazeuse avec quelques collisions, plus que dans le régime balistique mais bien moins qu'en régime de diffusion (fluide).

L'objet du stage est de décrire le transport du métal pulvérisé de la cible en régime DC et HiPIMS, qu'ils soit à l'état neutre (atomique) ou ionisé lors de la traversée du plasma. Ce modèle 3D permettra d'estimer le rapport des flux d'ions et neutres de métal au niveau du substrat avec une description spatiale et angulaire. Les résultats numériques seront comparés aux mesures résolues spatialement et temporellement, disponibles dans l'équipe d'accueil (TMP-D&S).

L'étudiant/e devra avoir des connaissances en physique des plasmas et en C++ ou python et faire preuve d'appétence pour la modélisation.

## NOM DU LABORATOIRE / LABORATORY NAME :

Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas

**Code d'identification :** UMR8578

**Organisme/institution :** CNRS et UPSaclay

## Adresse du lieu de stage / Lab address

: Univ. Paris-Saclay, Bât 210, Rue Henri Becquerel, 91405 Orsay

## Site Internet / Web site :

<https://www.lpgp.universite-paris-saclay.fr/>

## RESPONSABLE DE STAGE / INTERNSHIP SUPERVISOR :

**Nom / Name :** REVEL

**Prénom / First name :** Adrien

## Courriel / Mail :

[adrien.revel@universite-paris-saclay.fr](mailto:adrien.revel@universite-paris-saclay.fr)

**Tél :** 0169157396

## Autres contacts / Other contacts :

Tiberiu MINEA,

[tiberiu.minea@universite-paris-saclay.fr](mailto:tiberiu.minea@universite-paris-saclay.fr)

## STAGE / INTERNSHIP :

**Durée / Duration :** 5 à 6 mois à

partir de début mars

## Prise en charge du transport /

**Payment for transport : OUI / NON**

**Rénumération / Scholarship : OUI / NON**

**Possibilité de thèse :** OUI sous conditions