

## **Offre de miniprojet & StageMaster PSI**

### **Suivi par Computer vision de l'évolution de la zone d'érosion d'une cible magnétron**

**Contexte et motivation :** La pulvérisation cathodique magnétron est une technique largement utilisée pour le dépôt de couches minces dans des domaines variés tels que l'électronique, l'optique, les revêtements fonctionnels ou encore les matériaux avancés. Le principe repose sur l'éjection d'atomes depuis une cible soumise à un bombardement ionique intense. Au cours du procédé, cette cible subit une usure progressive localisée, apparaît donc une zone d'érosion, dont la forme est souvent annulaire en raison de la configuration du champ magnétique. L'évolution de cette zone d'érosion constitue un indicateur essentiel de l'état de fonctionnement du procédé. En effet, l'état d'évolution de l'érosion peut influencer de manière directe la stabilité de la décharge, le rendement de pulvérisation et affecter l'uniformité du dépôt sur le substrat. Elle peut également provoquer une dégradation de la qualité des films minces déposés. Le suivi de cette usure est donc fondamental pour mieux contrôler la durée de vie de la cible, anticiper les dérives du procédé et garantir la reproductibilité des dépôts.



Figure. Image de cibles à différents stades d'érosion.

Cependant, dans la pratique, la cible étant placée dans une enceinte sous vide, il est difficile, voire impossible, de réaliser une mesure directe fréquente de la profondeur d'érosion sans interrompre le procédé et perturber les conditions expérimentales. Les méthodes classiques de surveillance, fondées sur le temps de dépôt, la tension, le courant de décharge ou d'autres paramètres électriques, fournissent des indications utiles mais restent indirectes et parfois insuffisamment précises pour caractériser finement l'état réel de la cible.

Dans ce contexte, l'utilisation du traitement d'image apparaît comme une approche originale, non intrusive et potentiellement automatisable pour estimer l'évolution de la zone d'érosion à partir d'images acquises à différents stades d'usure. Une telle méthode offrirait un outil d'aide à la surveillance du procédé, capable de compléter les mesures indirectes existantes et de contribuer à une meilleure maîtrise des dépôts.

**Problématique du stage :** Quantifier et estimer l'évolution de la zone d'érosion d'une cible magnétron à partir d'images prises à différents états d'usure.

**Méthodologie envisagée :** Le travail pourra s'organiser en deux étapes principales. Dans un premier temps, une phase bibliographique permettra d'étudier les approches existantes de suivi d'évolution d'érosion d'une surface plane. Dans un second temps, une base d'images sera constituée à partir de clichés pris à différents instants ou différents degrés d'érosion. Une attention particulière sera portée à la qualité des données, à la normalisation des conditions d'éclairage et à l'homogénéité des prises de vue afin de limiter les variations parasites.

Ensuite, une chaîne de traitement d'image sera développée. Elle pourra inclure, selon les besoins : Le prétraitement des images pour réduire le bruit et améliorer le contraste; La segmentation de la zone d'érosion par seuillage, détection de contours ou méthodes plus avancées; La morphologie mathématique pour affiner la délimitation de l'anneau d'usure; L'extraction des paramètres descriptifs tels que l'aire, le contour, l'épaisseur apparente, le rayon moyen ou la profondeur estimée de la zone érodée; La comparaison entre plusieurs états d'usure pour analyser l'évolution temporelle de ces paramètres établir une corrélation avec l'évolution de la cible.

## Résultats attendus à l'issue du stage

Une méthodologie de traitement d'image adaptée à l'observation de la zone d'érosion.

Des indicateurs quantitatifs décrivant l'évolution de l'usure.

L'évaluation de la faisabilité d'un suivi non intrusif basé sur l'analyse d'images, avec pour objectif d'atteindre dans un premier temps une précision de l'ordre du millimètre sur l'estimation de la profondeur ou de la géométrie de la zone érodée, puis, à plus long terme, d'améliorer cette résolution jusqu'à une échelle de l'ordre de la centaine de micromètres.

Eventuellement un prototype de traitement automatique exploitable pour d'autres campagnes expérimentales.

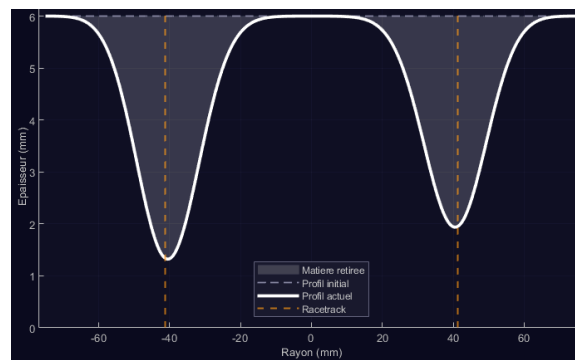


Figure. Exemple de courbe attendue.

**Contacts : Envoyer CV + Lettre de Motivation**

[david.rousseau@univ-angers.fr](mailto:david.rousseau@univ-angers.fr); [Sofiane.meddour@cnrs-imn.fr](mailto:Sofiane.meddour@cnrs-imn.fr);  
[Abdou.Djouadi@cnrs-imn.fr](mailto:Abdou.Djouadi@cnrs-imn.fr)