

## Optimisation de l'extraction lumineuse à l'aide de nanoparticules métalliques

Ce stage de Master 2 s'inscrit dans le cadre du projet LUMIDIR, qui vise à développer des solutions nanophotoniques innovantes pour contrôler la directionnalité et l'efficacité de l'émission lumineuse des composants optoélectroniques, comme les LED. Le stage se concentrera sur la réalisation et la caractérisation de dépôts périodiques et non périodiques de nanoparticules métalliques (NPM) sur des revêtements luminescents (RL). Les dépôts non périodiques permettent d'améliorer l'efficacité d'émission lumineuse de la source sur une large bande, angulairement et spectralement, alors que les dépôts périodiques seront dédiés au contrôle de l'intensité d'émission pour une émission directionnelle. L'objectif principal est la réalisation d'un démonstrateur permettant le contrôle de l'émission lumineuse. Le stage se déroulera à l'Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF) en collaboration avec les équipes de l'Institut Pascal (IP) et le Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique (LMGP) dans un environnement scientifique pluridisciplinaire.

### Contexte et enjeux

Dans le projet LUMIDIR, les NPM jouent un rôle clé en agissant comme diffuseurs optiques, permettant de contrôler l'extraction et la directionnalité de la lumière émise par les RL. Cependant, les premiers dépôts réalisés par drop-casting (dépôt par goutte) ont révélé des problèmes d'homogénéité, notamment des accumulations de NPM sur les bords des échantillons, un phénomène connu sous le nom d'effet "coffee-ring". Ces défauts limitent l'efficacité globale du système et rendent nécessaire une optimisation systématique des protocoles de dépôt.

Ce stage contribuera directement à l'avancement du projet en proposant des solutions pour obtenir des dépôts reproductibles, homogènes et performants. De plus, nous utiliserons un laser femtoseconde comme pince optique pour la réalisation des dépôts périodiques. Les nanoparticules métalliques seront déplacées d'un substrat hôte vers le RL grâce au faisceau laser, ce qui permettra de réaliser des motifs périodiques à la demande.

### Missions principales

#### 1. Optimisation des protocoles de dépôt non périodique

Le stage débutera par une étude approfondie des paramètres influençant la qualité des dépôts :

- Traitement de surface du RL : Nettoyage, fonctionnalisation chimique ou physique pour améliorer l'adhésion des NPM et leur répartition uniforme sur la surface.
- Volume de la goutte : Évaluation de l'impact du volume déposé sur l'homogénéité. Des tests seront menés avec différentes quantités de solution pour identifier le volume optimal.
- Conditions d'évaporation : Contrôle de la température, de l'humidité et de la vitesse d'évaporation du solvant pour minimiser les effets de bord et favoriser une répartition homogène des NPM.

Parallèlement, le stagiaire explorera des méthodes alternatives de dépôt, comme le spin-coating (dépôt par centrifugation) ou le dip-coating (dépôt par trempage), si les résultats obtenus par

drop-casting ne sont pas satisfaisants. Ces techniques pourraient offrir un meilleur contrôle de l'épaisseur et de l'homogénéité des couches.

## **2. Réalisation de dépôts périodiques par transfert laser**

Les dépôts homogènes, avec une densité contrôlée, réalisés dans la première partie serviront de substrat hôte. Le laser femtoseconde permettra de déplacer les NPM du substrat hôte vers le RL. Nous étudierons finement l'influence des paramètres laser (intensité, fréquence de répétition, vitesse de déplacement) sur la qualité des motifs réalisés.

## **3. Caractérisation des échantillons**

Une fois les dépôts réalisés, les échantillons feront l'objet d'une caractérisation approfondie :

- Analyse morphologique : Utilisation de la microscopie électronique à balayage (MEB) pour évaluer la répartition spatiale des NPM sur le RL. Cette analyse permettra d'identifier les défauts (agglomérats, zones vides) et de mesurer leur impact sur les propriétés optiques.
- Analyse optique : Des mesures de photoluminescence seront effectuées pour quantifier l'intensité et l'homogénéité de l'émission lumineuse. Une imagerie résolue spatialement et angulairement sera également utilisée pour évaluer la directionnalité de l'émission, un paramètre clé pour les applications visées.

## **4. Collaboration et interprétation des résultats**

Le stagiaire travaillera en étroite collaboration avec le groupe ELENA de l'Institut Pascal, spécialisé dans la modélisation électromagnétique et il réalisera les caractérisations optiques des dépôts périodiques réalisés par impression capillaire haute résolution au LMGP.

Les résultats expérimentaux seront interprétés à l'aide de simulations numériques, qui permettront de comprendre les mécanismes physiques en jeu et d'orienter les optimisations futures.

## **Profil du Candidat**

Formation : Master 2 en Chimie des Matériaux, Nanosciences, Physique des Matériaux, ou Optoélectronique.

Qualités :

- Curiosité scientifique et capacité à travailler en environnement pluridisciplinaire.
- Autonomie et esprit d'initiative.
- Bonnes compétences en anglais

Envoyer CV + lettre de motivation à : François Réveret – [francois.reveret@uca.fr](mailto:francois.reveret@uca.fr)

