

Nanoparticules métalliques pour contrôler la distribution angulaire de la lumière émise par des luminophores

Directeur de thèse : François Réveret (francois.reveret@uca.fr / 04 73 40 75 39)

Damien Boyer (damien.boyer@sigma-clermont.fr / 04 73 40 76 47)

Laboratoire : thématique « Matériaux Luminescents » à « Institut de Chimie de Clermont-Ferrand » (ICCF UMR 6296 CNRS / UCA / Clermont Auvergne INP)

Contexte : Les luminophores sont considérés comme des matériaux clés pour la production de lumière dans les dispositifs d'éclairage et d'affichage à base de diodes électroluminescentes (LEDs). Classiquement, des LEDs UV ou bleue sont employées pour activer la fluorescence des luminophores dont l'émission de lumière dépend de leur composition chimique. Par exemple, une LED blanche est constituée d'une LED bleue et d'un luminophore jaune. Les composants optoélectroniques doivent être efficaces et compacts tout en présentant une faible consommation. Dans les systèmes d'éclairage embarqués pour les secteurs de l'automobile et de l'aéronautique, ou les systèmes d'affichage de réalité virtuelle et holographique, le contrôle de la distribution angulaire est essentiel pour obtenir une lumière directionnelle [1]. Aujourd'hui la directionnalité de l'émission est contrôlée avec des systèmes optiques volumineux (lentilles, miroirs) ce qui n'est pas compatible avec des applications nomades et compactes. Dans ce contexte, la nanophotonique peut apporter des solutions versatiles. La surface du luminophore peut être structurée à l'échelle micro ou nanométrique pour moduler la directionnalité de l'émission et aussi améliorer l'extraction lumineuse [2]. Cependant, ces méthodes sont onéreuses et peuvent affecter les propriétés optiques des luminophores.

Projet et objectifs : Ici nous proposons de combiner des nanoparticules métalliques (MNPS) avec une couche de matériaux luminescents. Cette méthode est facile à mettre en œuvre, de faible coût et ne dégrade pas le luminophore. L'utilisation de MNPs permet de contrôler la directionnalité de l'émission [3] mais aussi d'améliorer l'injection et l'extraction lumineuse [4]. Récemment, nous avons montré l'efficacité de nanocubes d'argent (Figure 1) pour améliorer l'extraction lumineuse d'un revêtement de YAG:Ce (luminophore couramment utilisé dans les LEDs blanches) [4]. Dans ce travail les MNPs sont utilisées comme des diffuseurs optiques, cette nouvelle approche est très prometteuse pour contrôler finement l'émission de lumière.

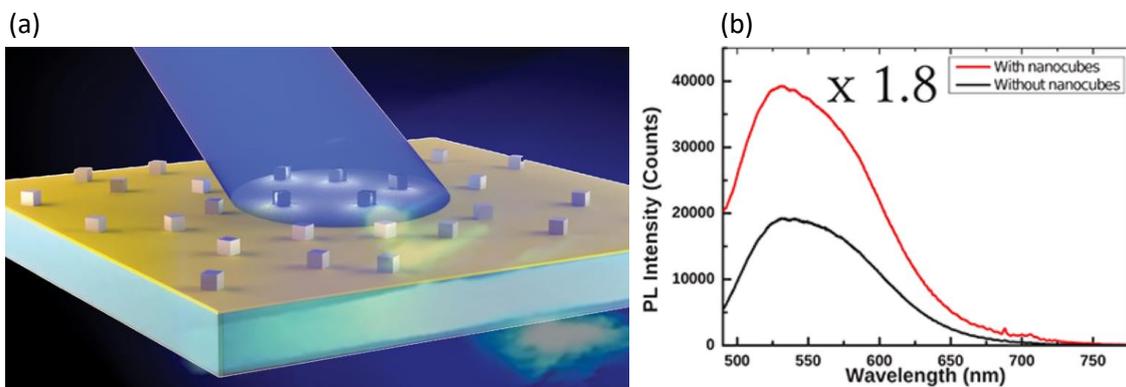


Figure 1 : (a) Représentation de nanocubes sur la surface d'une couche de YAG:Ce déposée sur un substrat de quartz et éclairé par un laser bleu. (b) Spectre d'émission enregistrée à température ambiante sous excitation à 450 nm avec et sans la présence de nanocubes [4].

L'étudiant(e) en thèse commencera par synthétiser des matériaux luminescents de taille contrôlée par différents procédés (sol-gel, solvothermal ou thermolyse). Les revêtements luminescents (RL) seront déposés sur un substrat transparent en encapsulant les luminophores dans un film polymérique. Des MNPs commerciales seront dispersées sur la surface des RL. Différentes méthodes (drop casting, spin coating, Langmuir Blodgett) seront testées pour contrôler la densité et l'homogénéité des MNPs. La forme (nanocubes, nanosphères, nanoprismes), la taille (25 à 100 nm), la nature (or, argent, aluminium) et la densité des MNPs seront soigneusement étudiées afin d'identifier le design optimal en termes d'efficacité et du contrôle de la directionnalité.

Les différents luminophores, les RLs avec et sans MNPs seront analysés par des techniques de caractérisations structurales et morphologiques disponibles à l'ICCF. Les propriétés optiques seront étudiées par des mesures de photoluminescence résolue spatialement, angulairement et temporellement.

Profil recherché : Titulaire d'un Master 2 Recherche ou d'un diplôme d'ingénieur dans le domaine de la chimie des matériaux inorganiques / de la physico-chimie des matériaux, le candidat devra posséder un goût prononcé pour la synthèse et l'envie de s'impliquer dans un sujet interdisciplinaire. Par ailleurs, des connaissances en spectroscopie optique seront appréciées.

References

- [1] Dagens, B. et al. Photoniques 115, 34 (2022)
- [2] Leung, S.-F. et al. The journal of physical chemistry letters 5 (8), 1479 (2014)
- [3] Lozano, G.; et al. Light: Science & Applications 2, e66 (2013)
- [4] Khaywah, M.; et al. J. Phys. Chem. C 125, 7780 (2021)