



OFFRE DE MASTER 2

Sujet de stage : « **Elaboration et caractérisations de nanoparticules de YAG :Cr destinées à la photonique** »

Période de stage : février/mars 2026 – juillet 2026 (5 mois)

Mots clés : synthèse, nanoparticules, voie sol-gel, méthode Pechini, luminescence.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET OBJECTIFS

Les ions Cr^{4+} dans la matrice grenat $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (YAG) constituent des absorbants saturables de référence pour un grand nombre d'applications optiques et notamment des dispositifs d'optique guidée tels que des systèmes LIDAR (« Light Detection And Ranging ») pour les véhicules autonomes. Le contrôle de la spéciation du chrome ($\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{4+}/\text{Cr}^{6+}$) demeure toutefois un défi majeur, en particulier à l'état nanométrique. En effet, cette matrice est généralement obtenue sous forme de monocristaux ou de céramiques transparentes, l'obtention des ions Cr^{4+} à partir de précurseurs contenant des ions Cr^{3+} nécessitant l'usage de très hautes températures ($>1200^\circ\text{C}$). Or, ces mises en forme ne sont pas du tout adaptées aux applications visées (plateformes d'optique intégrée) qui requièrent plutôt l'utilisation de nanoparticules dispersées dans une matrice sol-gel de type organosilanes. L'obtention de ces nanoparticules représente donc un défi à relever. Des approches de chimie douce permettent désormais d'envisager l'élaboration de nanoparticules de $\text{YAG}:\text{Cr}^{4+}$ de taille inférieure à 50 nm, compatibles avec l'élaboration de couches minces optiquement transparentes. Cependant, des travaux récents ont mis en évidence une chimie du chrome beaucoup plus complexe qu'attendu, impliquant la coexistence de plusieurs états d'oxydation (Cr^{3+} , Cr^{4+} et Cr^{6+}) dont les équilibres restent encore mal compris.

L'objectif principal du stage sera d'étudier l'influence des conditions de synthèse sur la spéciation du chrome dans des nanoparticules de YAG élaborées par voie Pechini ou voie sol-gel afin d'identifier les paramètres favorisant la formation et la stabilisation des ions Cr^{4+} . Le travail débutera par la **synthèse de poudres nanostructurées par méthode Pechini/voie sol-gel** en faisant varier différents paramètres tels que les conditions de calcination ou l'atmosphère de traitement thermique.

Le stage s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre l'Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF) et le laboratoire CROMA de Grenoble. Ce stage se déroulera dans les locaux de l'ICCF et pourra comporter de courts séjours CROMA pour des caractérisations optiques. En plus de la collaboration avec le laboratoire CROMA de Grenoble, spécialiste de la photonique intégrée, ce stage bénéficiera également d'échanges scientifiques avec le laboratoire de chimie de l'ENS Lyon et avec des partenaires internationaux travaillant sur les matériaux $\text{YAG}:\text{Cr}^{4+}$.

MISSIONS

Les matériaux élaborés feront ensuite l'objet d'une **caractérisation** approfondie. Le stagiaire utilisera ou exploitera les résultats de plusieurs techniques d'analyse structurale et morphologique telles que la diffraction des rayons X, la microscopie électronique et la spectroscopie infrarouge. Une part importante du travail sera consacrée à l'étude des propriétés optiques des nanoparticules par spectroscopies UV-visible, Raman et de photoluminescence afin d'identifier les différentes espèces de chrome présentes et de relier leur concentration aux conditions de synthèse mises en œuvre.

Dans un second temps, les nanoparticules les plus prometteuses seront dispersées dans une matrice sol-gel afin de **réaliser des revêtements minces** destinés à servir de preuve de concept pour leur intégration dans des dispositifs photoniques. Le stagiaire participera à la mise au point de ces formulations et à



l'évaluation de l'influence de la mise en forme sur la stabilité de la spéciation du chrome et sur les propriétés optiques du matériau.

TECHNIQUES MISES EN ŒUVRE

- Synthèses par voie sol-gel et méthode Pechini
- Techniques de mise en forme type dip-coating
- Diffraction des Rayons X
- Spectroscopies IR, UV-Visible-NIR et peut-être Raman
- Microscopies : MEB/MET (selon disponibilité)
- Photoluminescence

PROFIL RECHERCHE & CONTACT

Profil : Étudiant(e) en Master 2 Recherche ou dernière année d'école d'ingénieur en chimie des matériaux, science des matériaux, physico-chimie ou photonique. Goût prononcé pour le travail expérimental et la caractérisation des matériaux fonctionnels.

Contact : : audrey.potdevin@sigma-clermont.fr

Date limite de soumission des candidatures : 20 novembre 2026, accompagnée d'un CV détaillé (avec relevé de notes et lettre(s) de recommandation si possible) et d'une lettre de motivation