

Proposition sujet de thèse CIFRE 2023

Synthèse de nanostructures plasmoniques par pulvérisation magnétron : compréhension des paramètres clé dans le contrôle de leur morphologie

Contexte

Leader mondial dans le domaine de l'habitat durable, Saint-Gobain conçoit, produit et distribue des matériaux innovants pour réduire l'impact environnemental des bâtiments. Pour le marché des vitrages, le groupe développe des solutions à base d'empilements de couches minces de différentes natures (métalliques et diélectriques). D'une épaisseur de l'ordre de quelques dizaines de nanomètres, ces revêtements sont déposés à la surface du verre par pulvérisation cathodique magnétron. Leurs propriétés optiques peuvent être modifiées en incorporant des nanoparticules (NP) métalliques qui vont générer des pics d'absorption associés à des phénomènes de résonances plasmon. Cela permet de modifier la couleur en réflexion ou en transmission des produits verriers comme les vitrages teintés à contrôle solaire dont l'objectif est de limiter les flux thermiques dans les bâtiments.

Sujet de thèse

La position et la sélectivité spectrale des pics plasmon varient avec la nature et la forme tridimensionnelle des nanoparticules, mais aussi avec la nature des matériaux des couches adjacentes. En outre, l'augmentation de la densité de nanoobjets influence également les phénomènes d'absorption à cause de couplages électromagnétiques.

Les objectifs de ce projet de thèse sont donc :

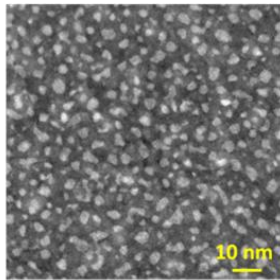


Figure : Vue plane en microscopie électronique en transmission de NP d'Ag

- d'étudier l'influence des paramètres du procédé de pulvérisation magnétron sur la nucléation et la croissance des îlots à l'origine des nanoparticules encapsulées dans les empilements. Le but est de mieux comprendre l'impact, entre autres de la sous-couche et des espèces constituant le plasma lors du dépôt de la surcouche, sur la morphologie finale des objets.

- de développer des stratégies de caractérisation *in situ* et *ex-situ* afin de déterminer, avec précision et une statistique suffisante, la forme 3D et la taille des nanoparticules encapsulées. Les techniques envisagées sont la réflectivité UV-visible, la microscopie électronique (MEB, STEM) voire des caractérisations comme la diffusion centrale de rayons X en incidence rasante (GISAXS) auprès du rayonnement synchrotron.

Du point de vue expérimental, la thèse portera sur la fabrication d'empilements nanostructurés simplifiés : couche 1/nanoparticules métalliques/couche 2 par pulvérisation cathodique magnétron (DC, RF), et sur leur caractérisation morphologique et optique. Le doctorant utilisera des outils *in-situ* et en temps réel mais aussi *ex-situ* disponibles au sein des laboratoires impliqués.

Laboratoires

La thèse se déroulera entre Saint-Gobain Research Paris (SGR Paris), le laboratoire Surface du Verre et Interfaces (SVI) et l'Institut de NanoSciences de Paris (INSP). Saint-Gobain Research Paris, un des principaux centres de R&D du groupe accueille un département dédié au développement des produits à base de couches ainsi que le laboratoire SVI, une unité mixte CNRS/St Gobain. L'INSP est un laboratoire de Sorbonne Université/CNRS dont les activités scientifiques se situent au cœur de la recherche en nanosciences. L'équipe d'accueil à l'INSP (Oxydes en Basses Dimensions) s'intéresse plus particulièrement aux propriétés physico-chimiques des surfaces, films minces, nano-objets d'oxydes et de leurs interfaces avec l'environnement. Le développement de solutions innovantes à base de couches minces PVD (Physical Vapour Deposition) est une thématique clé pour ces deux entités.

Profil recherché

Master 2 recherche ou école d'ingénieur avec spécialisation en physique ou chimie des matériaux. Des connaissances en physique des solides, nanosciences et/ou en méthode de dépôts par voie physique seraient un atout.

Contacts

- SGR Paris, 39 Quai Lucien Lefranc 93303, Aubervilliers Cedex, France : Matteo Balestrieri matteo.balestrieri@saint-gobain.com ; Hervé Montigaud herve.montigaud@saint-gobain.com, Xavier Caillet (Xavier.Caillet@saint-gobain.com), Cynthia Fourmental (Cynthia.Fourmental@saint-gobain.com)
- INSP, 4 place Jussieu, Paris, France : Rémi Lazzari remi.lazzari@insp.jussieu.fr