

Chromo-élasticité de réseaux de nanoparticules métalliques déposés sur substrat souple

Encadrants : Pierre GODARD (SIMAC)- Sophie CAMELIO (PPNa)

Mots-clés : nanoparticules métalliques, déformation élastique

Cadre scientifique du projet:

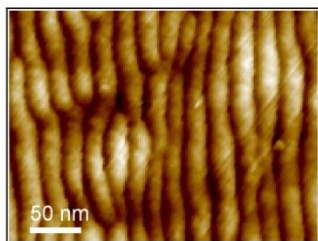
Les nanoparticules de métaux nobles dispersées dans une matrice diélectrique se caractérisent par un phénomène de résonance plasmon de surface au cours duquel les électrons de la bande de conduction oscillent collectivement et en phase sous l'effet d'une onde électromagnétique incidente. Cette résonance a lieu dans le domaine du visible pour l'or, le cuivre et l'argent, d'où la coloration particulière de ces nanoparticules. Ces propriétés optiques spécifiques, qui dépendent de la nature du métal et de la matrice, mais aussi des caractéristiques morphologiques (forme, taille) des nanoparticules, sont aussi très fortement influencées par leur organisation spatiale. En effet, le couplage entre nanoparticules génère localement des zones nanométriques, appelées « points chauds », où le champ électromagnétique est exalté de manière intense conduisant en champ lointain à un décalage spectral de la résonance. Le couplage plasmonique est très sensible à la distance entre particules si bien qu'il devient très intéressant de pouvoir la contrôler finement. Le sujet du stage repose sur les compétences de deux équipes de recherche du Département Physique et Mécanique des Matériaux de l'Institut Pprime.

Au sein de l'équipe PPNa (<https://www.pprime.fr/?q=fr/nanoparticules-nanostructures>), nous développons depuis plusieurs années une approche originale qui permet de réaliser, par voie physique, des réseaux 1D de chaînes de nanoparticules métalliques (Ag, Au) déposées en incidence rasante sur des surfaces nanostructurées par gravure ionique en incidence oblique. Le réseau de rides périodiques (Fig. 1) obtenu permet en effet de guider la croissance des nanoparticules, d'obtenir ainsi une organisation spatiale anisotrope (Fig. 2) et par conséquent des propriétés optiques dépendant de la polarisation du champ incident (Fig. 3): les particules sont couplées le long des rides et peuvent être considérées comme isolées dans la direction perpendiculaire.

Au sein de l'équipe SIMAC (<https://www.pprime.fr/?q=fr/elasto-visco-plasticite-de-materiaux-nanostructures>), l'étude de revêtements et films minces sur substrats souples constitue un des axes principaux de recherche. En ce sens, nous avons des techniques de mesures de champ de déformation par corrélation d'images numériques qui seront utilisées durant le stage.

Sujet du stage:

Dans ce projet, nous souhaitons étudier les propriétés chromo-élastiques d'un nouveau type de nanocomposite obtenu par fonctionnalisation de la surface d'un polymère par des nanoparticules d'or. Dans ce cadre, des assemblées de nanoparticules d'or seront élaborées par voie physique sur des surfaces déformables (par étirement ou compression par exemple) afin de pouvoir piloter leur réponse optique via des déformations mécaniques. En effet, déposer ces nanoparticules sur un substrat souple peut permettre de les réarranger en induisant une déformation via un actuateur mécanique (éventuellement biaxial) et ainsi de rendre le dispositif flexible, adaptatif et dynamique.



Height (nm)
7
6
5
4
3
2
1
0

Fig.1 : Image AFM d'une surface d'alumine gravée.

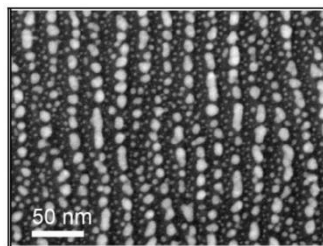


Fig.2 : Micrographie HAADF-STEM de particules d'argent déposées sur une surface d'alumine gravée et recouvertes d'une couche mince d'alumine.

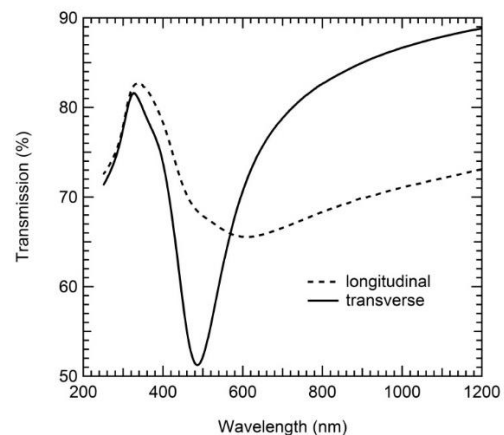


Fig.3 : Spectres de transmission de nanoparticules d'argent organisées sur une surface d'alumine gravée, selon deux orientations du champ électrique.

Dans le cadre du stage de master, dont l'objectif sera d'étudier la chromo-élasticité de réseaux de nanoparticules métalliques déposées sur substrats souples étirables, plusieurs actions pourront être menées :

- Dépôt de nanoparticules d'or sur substrats transparents, souples et étirables: effets de différents paramètres d'élaboration (quantité de métal, température, état mécanique du substrat avant dépôt, ...) ; Caractérisations (optiques et microstructurales) post dépôt et pré déformation.
- Caractérisation des propriétés optiques sous déformations élastiques : une mini-machine de traction sera installée dans le spectrophotomètre du laboratoire. Des mesures de transmission optique seront associées à des mesures de déformation de façon à piloter le couplage électromagnétique entre particules.
- Modélisation des propriétés optiques et des effets de couplage en relation avec les mesures expérimentales.

Profil :

En master de physique ou en école d'ingénieur, vous avez des connaissances en physique des matériaux et en électromagnétisme. Vous êtes une personne curieuse, autonome et intéressée par le domaine de la recherche en sciences des matériaux.

Dates du stage :

Possibilité de faire le stage de 6 mois entre février 2020 et fin septembre 2020 (avec une période d'interruption liée à la fermeture du laboratoire au cours du mois d'août)

Indemnité de stage : L'étudiant stagiaire recevra une gratification selon le tarif légal de la fonction publique (15% du plafond horaire de la sécurité sociale)

Contact :

Pierre GODARD et Sophie CAMELIO

Téléphone : 05 49 49 67 46 / 05 49 49 67 51

Mail : pierre.godard@univ-poitiers.fr / sophie.camelio@univ-poitiers.fr