

Structure et propriétés optiques de nanoparticules couplées d'or et d'argent recouvertes d'alumine pour des applications SERS

S. Yazidi¹, A. Fafin¹, S. Rousselet¹, F. Pailloux¹, B. Humbert², S. Camelio¹, D. Babonneau¹

¹ Institut Pprime, CNRS, Université de Poitiers, F-86962 Futuroscope Chasseneuil, France

² Institut des Matériaux Jean Rouxel, CNRS, Université de Nantes, F-44322 Nantes, France

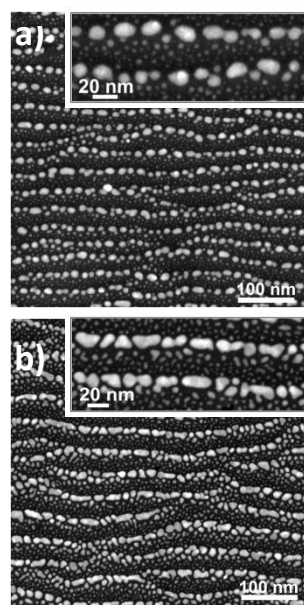


Figure 1: Vue plane en HAADF-STEM de nanoparticules a) d'Ag et b) d'Au sur une surface d'alumine.

Les propriétés optiques des nanoparticules de métaux nobles dépendent de leur taille, de leur forme et de leur environnement, mais également de leur composition. L'objectif de cette étude est d'utiliser des surfaces nanostructurées d'alumine pour guider la croissance de nanoparticules métalliques (Ag ou Au) et d'étudier leur réponse en spectroscopie Raman. La croissance 2D de réseaux de chaînes de nanoparticules (Figure 1) est obtenue grâce à une technique originale qui consiste à déposer le métal en incidence rasante sur la surface du diélectrique préalablement nanostructurée par pulvérisation ionique en incidence oblique [1-2]. Une couche de recouvrement d'alumine permet de stabiliser les nanoparticules mais également de nettoyer la surface. Grâce aux effets d'ombrage lors du dépôt métallique, les nanoparticules présentent une forme plus ou moins ellipsoïdale et allongée selon la nature du métal et la quantité déposée. La réponse optique en champ lointain de ces systèmes est caractérisée par une résonance de plasmons de surface dont la position spectrale, l'amplitude et la largeur dépendent de la polarisation de la lumière incidente. L'anisotropie structurale obtenue conduit à un fort couplage des nanoparticules le long d'une chaîne et ainsi à une forte densité de « points chauds » que l'on peut mettre à profit pour la Spectroscopie Raman exaltée de surface (SERS). Grâce à la couche diélectrique protectrice, les surfaces ainsi

obtenues permettent d'obtenir des signaux SERS de molécules de bipyridine isolées chimiquement du métal, à l'instar de la technique SHINERS (Shell Isolated Nanoparticle-enhanced Raman spectroscopy) [3]. Cependant, de par le caractère évanescence du champ électromagnétique au niveau des points chauds, cette couche doit être ajustée de façon à être la plus mince possible. Les mesures SERS, réalisées à différentes longueurs d'ondes laser, ont permis l'étude de l'influence de l'épaisseur de la couche de recouvrement, de la nature du métal ainsi que la quantité de métal déposée.

1. Camelio S, Babonneau D, Lantiat D, Simonot L, Pailloux F, *Anisotropic optical properties of silver nanoparticle arrays on rippled dielectric surfaces produced by low-energy ion erosion*, Phys.Rev. B 80,155434, 2009
2. Camelio S, Vandenhecke E, Rousselet S, Babonneau D, *Optimization of growth and ordering of Ag nanoparticle arrays on ripple patterned alumina surfaces for strong plasmonic coupling*, Nanotechnology 25, 035706, 2014
3. Li J.F, Huang Y.F, Ding Y, Yang Z.L, Li S.B, Zhou X.S, Fan F.R, Zhang W, Zhou Z.Y, Wu de Y, Ren B, Wang Z.L, Tian Z.Q, *Shell-isolated nanoparticle-enhanced Raman spectroscopy*, Nature 464, 392-395, 2010