

Soutenance de thèse

Mercredi 19 décembre

14h 00

C2N Site Orsay, salle 44 (P. Grivet)

Aurore ECARNOT

“ Nano-pince optique intégrée contrôlée par plasmon de surface localisé pour le piégeage de nanoparticules ”

Jury members :

Vy YAM	MCF	Université Paris-Sud	Directeur de thèse
Benoît CLUZEL	Maître de Conférences	Université Bourgogne Franche Comté	Examineur
Anne-Marie HAGHIRI-GOSNET	Directeur de Recherche	Université Paris-Sud	Examineur
Yannick DE WILDE	Directeur de Recherche	ESPCI	Examineur
Béatrice DAGENS	Directeur de Recherche	Université Paris-Sud	Examineur
Giovanni MAGNO	Chercheur	Université Paris-Sud	Examineur
Jérôme WENGER	Chargé de Recherche	Aix Marseille Université	Rapporteur
Taha BENYATTOU	Directeur de Recherche	INSA	Rapporteur

Abstract : Les travaux de cette thèse portent sur la conception et la réalisation de nanopinces optiques intégrées basées sur l'utilisation du champ proche pour piéger des nanoparticules de taille inférieure à 1 μm .

Le dispositif proposé exploite l'existence d'un couplage fort entre un guide d'onde SOI et une chaîne d'ellipses d'or afin d'exciter efficacement des plasmons de surface localisés et ainsi créer une énergie potentielle suffisamment intense pour piéger des billes de polystyrène.

Des simulations par la méthode FDTD permettent d'optimiser la géométrie de la structure et d'extraire des valeurs de constante de raideur et de potentiel d'énergie de piégeage. L'efficacité ainsi que la stabilité de piégeage du système sont évaluées en présence de particules de taille comprise entre 20 nm et 1 μm . Les travaux mettent en évidence qu'avec une simple ou une double chaîne plasmonique, des billes de polystyrène sont piégées de manière efficace lorsqu'elles ont une dimension comprise entre 50 et 250 nm de rayon avec une puissance incidente de 10 mW. Utiliser seulement deux ellipses d'or au-dessus d'un guide d'onde SOI localise mieux le champ électrique entre elle. Cette structure peut alors être utilisée comme capteurs et détecter le changement d'indice optique du milieu environnant ou encore la variation de la taille de la bille à piéger. Le piégeage de billes métalliques de dimension supérieure à 15 nm de rayon est également présenté. Il est aussi possible de concevoir des dispositifs permettant de contrôler la position d'une particule piégée le long d'une chaîne d'ellipses d'or en faisant varier la longueur d'onde de la lumière injectée dans le guide.

Des dispositifs de piégeage sont fabriqués en salle blanche en exploitant les résultats obtenus par simulation et sont caractérisés sur un banc d'optique guidée. Des mesures de transmission optique détermine la longueur d'onde de résonance de la chaîne plasmonique, qui se traduit par une forte diminution de la transmission. Des expériences de piégeage optique mettent en évidence la possibilité de piéger de manière stable des nanoparticules diélectriques. Le suivi de la trajectoire des particules en fonction du temps permet de tracer des histogrammes de position et ainsi d'extraire les valeurs de l'énergie potentielle et de la constante de raideur du piège. Ces valeurs, déterminées expérimentalement, sont plus faibles que celles attendues par simulation. Cet écart peut être expliqué par la présence de vibrations mécaniques du banc de caractérisation optique.

Ce dispositif de piégeage ouvre des perspectives d'applications dans le domaine des capteurs tout intégrés de taille nanométrique à faible puissance incidente.