

Analyse et contrôle de bactéries par microcavité optique

Contact : Emmanuel PICARD DRF//INAC/PHELIQS/SINAPS emmanuel.picard@cea.fr 0438789097

Stage pouvant se poursuivre en thèse : Oui

Résumé :

Les structures nanophotoniques en silicium permettent de concentrer fortement la lumière. On obtient ainsi un champ électromagnétique très intense capable d'attirer une bactérie et de la piéger. Cette dernière est ensuite identifiée par analyse des fluctuations de l'intensité lumineuse transmise par la structure optique. Ce dispositif encore en phase de développement a permis de distinguer trois types de bactéries en quelques secondes. Ce stage s'inscrit dans la continuité de cette étude, où nous souhaitons étudier non seulement d'autres bactéries mais aussi étudier le comportement de celles-ci en fonction d'agents extérieurs (vie et mort de la cellule, effet d'un antibiotique, effet de la température).

Sujet détaillé :

La pression de radiation est la force exercée par la lumière lorsqu'elle rencontre ou traverse un objet. Cette force si petite soit-elle peut permettre de déplacer ou manipuler, à la manière d'une mini pince, des objets de dimension micrométrique. Généralement mise en œuvre au travers d'un microscope, on parle alors de pince optique.

Le laboratoire a une longue expérience dans l'étude des microcavités à cristaux photoniques. Il y a été démontré que les microcavités optiques dans la filière SOI (Silicon On Insulator) permettent de réaliser un confinement extrêmement efficace du champ électromagnétique, tant du point de vue spectral que spatial. La mise en évidence et la quantification des forces optiques (pression de radiation et gradient) générées par ces microcavités a été obtenue par l'observation du mouvement de particules micrométriques placées en solution à proximité des structures. Il a pu ainsi être démontré que ces systèmes optofluidiques permettent le piégeage, l'assemblage, la manipulation et le tri de micro-nano objets en suspension. Nous avons franchi une étape supplémentaire en réussissant à identifier une bactérie piégée grâce à sa signature optique.

Dans le cadre de ce sujet de master, nous envisageons de poursuivre ces études en évaluant les potentialités de ces technologies optofluidiques dans le domaine de la biologie cellulaire. Une première étape sera de faire évoluer les composants vers un système intégré permettant de conserver une viabilité cellulaire compatible avec les contraintes des mesures spectroscopiques. L'objectif final de ce stage sera de proposer un système optofluidique silicium permettant d'analyser et/ou contrôler dynamiquement le comportement d'une cellule en fonction d'agent extérieur (antibiotique, chaleur, nourriture). Les travaux seront conduits en collaboration avec les équipes spécialisées dans les technologies du vivant et de la santé.

Publications récentes

R. Therisod, M. Tardif. et al. Gram-type differentiation of bacteria with 2D hollow photonic crystal cavities. Appl. Phys. Lett. 113, 111101 (2018)

Tardif, M. et al. Single-cell bacterium identification with a SOI optical microcavity. Appl. Phys. Lett. 133510, (2016).

Compétences requises :

Physique, optique, microbiologie