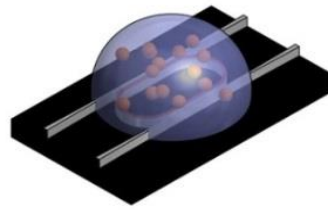


Offre de Thèse : Nano-sondes de lumières résonantes intégrées pour le diagnostic dynamique en bio-métrie des processus de la Matière Molle



Directeurs de thèse : Bruno Bêche, Pr. et Véronique Vié, Dr. HDR

Mots clés : Sondes intégrées de lumière résonante sur matériaux organiques pour la bio-métrie fine et l'étude de processus au sein de la matière molle, mesures de vitesse de sédimentation par interaction lumière résonante/matière (colloïdes et particules), mesures de viscosités, mesure de masse et notion de 'balance' photonique résonante, mesures de transitions de phases du 1er ordre, applications à la biodétection d'espèces et mesure d'interaction protéines/lipides.

Lien : <https://spm.univ-rennes1.fr/biophotonique>

▪ Objectifs de la thèse

La nécessité de développer une nano-instrumentation intégrée pour la détection à haute sensibilité est un défi majeur et crucial pour les champs du biomédical, de la santé, des essais rapides et de diagnostic au sein des laboratoires d'analyses. À l'heure actuelle, seules quelques entreprises travaillent au développement de bio-nano-capteurs intégrés dédiés à la détection et à la mesure de processus interactifs de la matière molle (biologique ou non). Le sujet de thèse et le projet concernent les domaines des nanosciences et des nano-biotechnologies. Il porte sur une bio-photonique intégrée réalisée sur matériaux organiques pour la métrie fine relative aux procédés et à certains mécanismes de la matière molle et de la biologie. Ces sondes lumineuses résonantes intégrées à haute sensibilité sont obtenues par le contrôle de procédés hybrides des nano-bio-technologies pour la réalisation de puces intégrées (lithographie UV profonde sur substrats organiques, contrôle thermique nécessaire à la stabilité biologique et cellulaire des techniques de la matière molle et la biophysique). Le principe de ces nano-dispositifs et capteurs est basé sur le contrôle et la manipulation des photons via leurs modes de résonance optique quantifiés pour la détection dynamique des temps d'interaction entre la lumière et les substances de la matière molle et de la biologie: mesures de transition de phase, mesures des changements des propriétés rhéologiques des assemblages supra-biomoléculaires, mesures des temps d'association / dissociation des biomolécules, mesures des transitions structurelles en utilisant le concept de nano-sondes de lumière résonante.

A titre d'exemple, la sphingomyéline (SPH) est un type de sphingolipide existant dans les membranes cellulaires animales. Elle est particulièrement importante dans la myéline, une gaine membraneuse qui entoure et isole les axones de nombreux neurones. Chez l'homme, la SPH représente 85% de tous les sphingolipides, avec des concentrations plus élevées dans les tissus nerveux, les globules rouges et les lentilles oculaires ... Une telle composante de la membrane plasmique participe à de nombreuses voies de signalisation. Son métabolisme crée de nombreux produits qui jouent des rôles importants dans la cellule. Une première partie du travail de thèse vise à explorer et à étudier des capteurs biophotoniques polymères peu coûteux et facilement reproductibles intégrés sur un dispositif à puce qui sont consacrés à effectuer une détection de transition de phase de premier

ordre efficace et lipidique basée sur un changement d'état gel-liquide . Les lipides étudiés dans cette partie du sujet joueront un rôle crucial dans la membrane des cellules.

Une deuxième partie de la thèse sera consacrée à la mesure dynamique de la rhéologie macroscopique et à l'organisation des assemblages supra-biomoléculaires ; les applications se situent en pharmacologie. En solution, il existe une grande variété de structures auto-assemblées comme les micelles sphériques, les structures lamellaires, les bicouches, les structures tubulaires allongées ... De telles structures auto-assemblées peuvent se transformer d'une morphologie en une autre sous des stimuli spécifiques tels que la température, la lumière , le PH ... Cette seconde partie du travail de thèse englobera l'étude globale des propriétés thermo- puis lumino-sensibles de telles structures supra-biomoléculaires par le principe de la sonde de lumière sur puce intégrée.

Moyens expérimentaux : Le(a) candidat(e) bénéficiera de l'ensemble du parc expérimental de l'Institut de Physique de Rennes (IPR CNRS) et de ses départements, de la Centrale de Technologie NanoRennes - Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes (IETR CNRS) et des savoir-faire du STLO-INRA de l'Agro-campus Ouest de Rennes.

Collaborations : Ce projet se situe dans le cadre d'une collaboration entre l'Institut de Physique de Rennes (IPR CNRS 6251), l'Institut d'Electronique et de Télécommunications (IETR CNRS 6164, plateforme de nanotechnologies NanoRennes) de l'Université de Rennes 1 et le STLO-INRA d'Agro-Campus Ouest à Rennes.

Expertise et Complémentarité des encadrants (liste non exhaustive):

Bruno Bêche : Photonique intégrée et micro-résonateurs, IPR.

Hervé Lhermite : Micro-technologies et procédés, IETR.

Véronique Vié : Biomolécules aux interfaces IPR.

Claire Bourlieu, Arnaud St Jalmes, Franck Artzner: Physico-chimie des colloïdes STLO et IPR.

Quelques éléments de bibliographie du groupe:

- B. Bêche, A. Potel, J. Barbe, V. Vié, J. Zyss, C. Godet, N. Huby, D. Pluchon E. Gaviot, 'Resonant coupling into hybrid 3D micro-resonator devices on organic/biomolecular film/glass photonic structures', *Opt. Comm.*, **2010**, vol. 283, n°1, pp. 164-168.
- D. Duval, H. Lhermite, C. Godet, N. Huby, B. Bêche, 'First developments of integrated photonics on UV 210', *Institute of Physics Publishing IoP - J. Opt. A: Pure Appl.*, 2010, vol. 12, n°5, pp. 055501-055507.
- D. Pluchon, N. Huby, H. Lhermite, D. Duval, B. Bêche, 'Fabrication and resonant optical coupling of various 2D micro-resonators structures on UV210 polymer', *Institute of Physics Publishing IoP - J. Micromech. Microeng.*, **2012**, vol. 22, pp. 085016-085024.
- D. Pluchon, N. Huby, L. Frein, A. Moréac, P. Panizza, B. Bêche, 'Flexible Beam-Waist Technique for Whispering Gallery Modes Excitation in Polymeric 3D Micro-Resonators', *Opt. Int. J. Light Electron. Opt.*, **2013**, vol. 124, pp. 2085-2088.
- D. Pluchon, N. Huby, P. Panizza, B. Bêche, 'AFM analysis of 3D optical microresonators surfaces : a correlation to Q-factors values', *Opt. Photon. J.*, **2013**, vol. 3, (4) pp. 291-295.
- A-L. Fameau, A. St-Jalmes, 'Yielding and flow of solutions of thermoresponsive surfactant tubes: tuning macroscopy rheology by supramolecular assemblies', *Soft Matter, Royal Society of Chemistry*, **2014**, vol. 10, (20), pp.3622-3632.
- R. Castro Beltran, N. Huby, G. Loas, H. Lhermite, D. Pluchon, B. Bêche, 'Improvement of efficient coupling and optical resonances by using taper-waveguides coupled to cascade of UV210 polymer micro-resonators', *IoP - J. Micromech. Microeng.*, **2014**, vol. 24, pp. 125006-125013.
- R. Castro Beltran, N. Huby, V. Vié, H. Lhermite, L. Camberlein, E. Gaviot, B. Bêche, 'A laterally coupled UV210 polymer racetrack micro-resonator for thermal tunability and glucose sensing capability', *Adv. Dev. Mat.*, **2015**, vol. 1, n°3, pp. 80-87.
- Q. Li, V. Vié, H. Lhermite, E. Gaviot, A. Moréac, D. Morineau, C. Bourlieu, D. Dupont, S. Beaufiles, B. Bêche, 'Sphingomyelin Lipid Gel/Fluid Phase Transition detection with quasi-athermal Racetrack Polymer Resonators', **2017**, submitted.

Pour prendre contact, envoyer un CV, une lettre de motivation ainsi qu'une lettre de recommandation du responsable de stage de M2, à:

bruno.beche@univ-rennes1.fr ; <http://blogperso.univ-rennes1.fr/bruno.beche/>

Contrat de thèse : 01/10/2017 au 01/10/ 2020

Domaines de M2 : Photonique, Couches Minces et Matériaux, Nanosciences, Biotechnologies