

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Paris »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

## Proposition de stage (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition :

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>			
Nom / name:	Maussang	Prénom/ first name :	Kenneth
Tél :	+33 (0)4 67 14 40 70	Fax :	
Courriel / mail:	kenneth.maussang@umontpellier.fr		
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b> Institut d'Electronique et des Systèmes			
Code d'identification :	UMR5214	Organisme :	Université de Montpellier / CNRS
Site Internet / web site:	http://www.ies.univ-montp2.fr		
Adresse / address:	860 rue de Saint Priest 34095 Montpellier cedex 5		
Lieu du stage / internship place:	Institut d'Electronique et des Systèmes		

<b>Titre du stage / internship title:</b> Résonateurs térahertz pour la spectroscopie en milieu biologique			
<p>Les sources électromagnétiques émettant aux fréquences térahertz (THz), <math>f \sim 10^{12}</math> Hz, suscitent un engouement croissant, notamment en sécurité/défense. Les macromolécules présentent des spectres d'absorption caractéristiques, notamment l'ADN. Cela ouvre des perspectives comme la détection d'organismes génétiquement modifiés ou la présence de tumeurs cancéreuses.</p> <p>La matière vivante est dominée, au niveau moléculaire, par les interactions électromagnétiques à courte portée. Les réactions biochimiques étant principalement stéréospécifiques, deux (ou plus) partenaires réactifs ont besoin d'entrer en contact rapproché et d'être dans une orientation spatiale particulière afin d'initier la réaction spécifique. Il est couramment accepté que les partenaires de réactions biochimiques sont capables de se trouver bien plus vite (plusieurs ordres de grandeur) que les taux estimés par le mouvement brownien. Le modèle de Fröhlich offre une interprétation des mécanismes de rencontre des différentes macromolécules dans la cellule dont les mécanismes de simple diffusion ne suffisent pas à expliquer la dynamique [1]. Ce dernier suppose une synchronisation des modes de vibrations (dans la gamme THz) permettant une « communication » électromagnétique entre les protéines partenaires. Pour tester cette hypothèse expérimentalement, il faut réaliser la spectroscopie THz de cellules biologiques. Cependant, l'eau absorbe fortement le THz (coefficient d'absorption de <math>10^{-18} \text{mm}^{-1}</math> !), nécessitant le développement de détecteurs en champ proche bio-compatibles.</p> <p>Une méthode de détection consiste à coupler un résonateur (type Split-Ring Resonator SRR [2]) aux protéines d'intérêt. Si la fréquence du mode THz de la protéine est résonante avec le résonateur SRR, alors la fréquence du système couplé est dédoublée en deux pics de fréquences différentes.</p> <p>L'objectif de ce stage est l'étude théorique de la faisabilité expérimentale de la méthode. Pour cela l'étudiant développera une géométrie de circuit microfluidique, tenant compte des contraintes des résonateurs SRR et des matériaux compatibles avec le THz. L'étude de la sensibilité théorique atteignable sera effectuée par des calculs numériques des modes résonants des SRR en milieu aqueux et comparée à l'état de l'art avec une étude bibliographique menée en parallèle. Une modélisation numérique du couplage protéine-SRR sera réalisée, permettant de définir la géométrie microfluidique la plus adaptée (écoulement dans l'entrefer ou nappe globalement étalée sur le résonateur). Ensuite, un ensemble de SRR, avec un gradient spatial de fréquences de résonances, sera étudié dans sa faisabilité, ainsi que la méthodologie associée pour reconstruire un spectre.</p> <p>Ce stage est théorique/numérique mais s'inscrit dans la modélisation d'un dispositif concret, dans l'objectif d'un développement expérimental futur. Une partie du travail consistera en la modélisation numérique avec un logiciel commercial de calcul de champ électromagnétique (type CST microwave ou Comsol multiphysics). Le stagiaire devra posséder de bonnes connaissances en physique générale, et plus spécifiquement électromagnétisme et optique. Aucune connaissance en biologie moléculaire n'est nécessaire.</p> <p>[1] Froehlich H., The Extraordinary Dielectric Properties of Biological Materials and the Action of Enzymes Proc. Nati. Acad. Sci 72, 4211 (1975)</p> <p>[2] Dynamical Electric and Magnetic Metamaterial Response at Terahertz Frequencies, W. J. Padilla <i>et al.</i>, Phys. Rev. Lett., Vol. 96, 107401 (2006)</p>			
<b>Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : non</b>			
<b>Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: -</b>			
Lumière, Matière, Interactions	<input checked="" type="checkbox"/>	Lasers, Optique, Matière	<input checked="" type="checkbox"/>

Fiche à transmettre (fichier pdf **obligatoirement**) sur le site <http://stages.master-omp.fr>