

Titre Thèse	Spectroscopie TéraHertz pour l'analyse de bio macro molécules	
(Co)-Directeur	Romain PERETTI	E-mail : romain.peretti@univ-lille.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
(Co)-Encadrant		E-mail :
Laboratoire	IEMN	Web : https://www.iemn.fr/
Équipe	Photonique THz	Web : https://photoniquethz.iemn.fr/
Financement prévu	Contrat Doctoral Etablissement	ULille X UPHF <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> Yncrea <input type="checkbox"/>
	Région – Autre <input type="checkbox"/>	Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Préciser :
Financement acquis ? <input type="checkbox"/>	Contrats de Recherche <input type="checkbox"/> Préciser	Autre <input type="checkbox"/> Préciser

Résumé du sujet :

Contexte

Au XVI^{ème} siècle, une controverse entre D'Alembert, Euler et Bernoulli a mis à l'honneur l'étude des vibrations résonnantes d'objets. Jusqu'à aujourd'hui, les conséquences ont été nombreuses et à des échelles très différentes. Cela a permis de faire le lien entre la taille d'un objet et sa fréquence de vibration ; depuis le manteau terrestre, des cordes d'un violon jusqu'aux liaisons moléculaires sondées en spectroscopie infrarouge. Dans le cas qui nous intéresse, la fréquence de résonances des macro molécules biologiques (protéines, ADN, ARN capsides virales...) se trouve dans la gamme TeraHertz (THz : 0.1 to 10 THz). Cette gamme, est à l'interface entre l'optique et l'électronique et sont aujourd'hui en plein essor. En effet, les ondes THz permettent de sonder la matière de manière non invasive et ainsi de déterminer la composition de nombreux matériaux, notamment biologiques. La spectroscopie TéraHertz, s'appuyant sur l'utilisation de lasers femtoseconde, a donc été développée afin de pouvoir mieux comprendre les molécules telles que les protéines ou encore l'ADN qui possèdent des vibrations dans le domaine TéraHertz. Cette spectroscopie est l'une des plus prometteuse car d'une part elle profite des récentes avancées des systèmes THz (sources détecteurs ...) et d'autre part des progrès en nanotechnologie. Ces avancées, vont engendrer des applications en sécurité et en médecine où la plage THz montre des particularités inexploitées dans les régions avoisinantes et permettront d'établir de nouvelles techniques diagnostiques ou même thérapeutiques.

Cependant la spectroscopie THz doit affronter deux défis importants. Tout d'abord, la taille de nombreux objets biologiques d'intérêt (bactérie, cellules, virus...) bien plus petits que la taille du « photon THz ». De ce fait les interactions avec ces photons sont extrêmement réduites rendant très compliquées les expériences sur échantillons de volume plus petit que le micro litre. Ensuite, l'étude d'échantillons biologiques dans leur état naturel est limitée par la méconnaissance de l'eau liquide dans la plage THz.

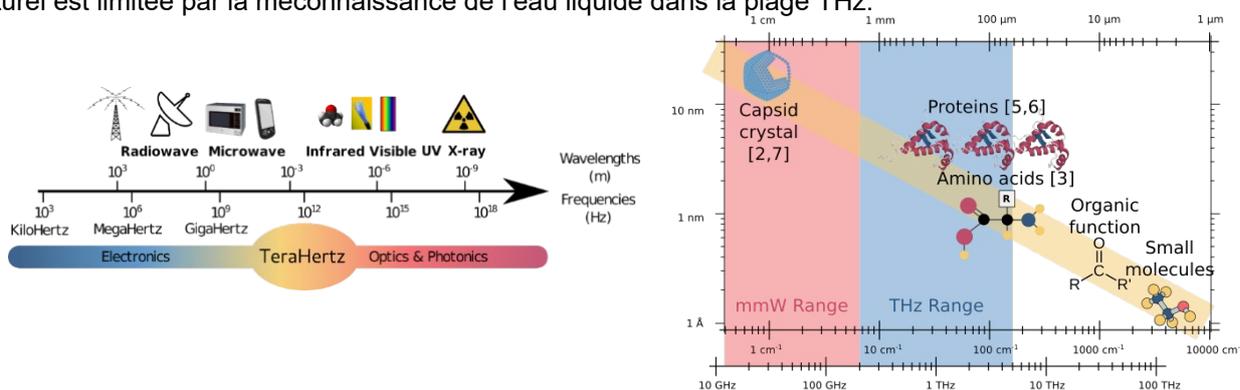


Figure 1 : à gauche spectre des ondes électromagnétique du KiloHertz aux rayons X ; à droite correspondance entre taille d'un objets et sa fréquence de vibration depuis le sub millimétrique jusqu'à l'infrarouge.

Objectif:

Le but de ce projet est donc double. Tout d'abord en s'appuyant sur les récentes avancées du groupe en spectroscopie de l'eau dans le THz, nous proposons dans cette thèse d'aller plus loin dans la spectroscopie de macromolécules diluées dans l'eau. En effet, nous avons développé à la fois des outils de traitement de données très précis et une compréhension fine de la dynamique picoseconde des molécules d'eau. Cela nous permet d'analyser de façon très fiable des signaux mêmes très faibles que produisent ces macromolécules diluées dans l'eau. Ensuite, nous proposons de mettre au point une technique d'analyse spectroscopique dans le THz augmentée par micro nano structure. L'idée est d'augmenter les interactions lumière matière via une approche

micro/nano photonique dans la plage TeraHertz afin de confiner l'analyte et la sonde THz dans un très petit volume.

L'ensemble de cette étude est largement pluridisciplinaire afin d'adapter le système, la démarche expérimentale et l'analyse des résultats, aux échantillons biologiques. Notre but est ainsi de mesurer les propriétés physico chimiques des protéines les plus simples comme le lysozyme d'abord en solution inerte puis lors de son activité catalytique, puis d'analyser des structures macromoléculaires plus complexe comme des capsides virales de CCMV (Cowpea chlorotic mottle virus) dont des résultats préliminaires sont extrêmement motivant.

Mise en œuvre:

L'essentiel de ce travail de recherche consistera en la mise en œuvre de la spectroscopie TeraHertz sur les échantillons biologiques. Il faudra donc comprendre finement les mécanismes de traitement du signal (nous avons développé un logiciel spécifique en langage python). Les résultats s'interpréteront à la fois d'un point de vue électromagnétique (exaltation), physique (modes vibrationnels) et biologique. Cette thèse comprend aussi une partie de simulation et de design photonique, une partie fabrication des dispositifs.

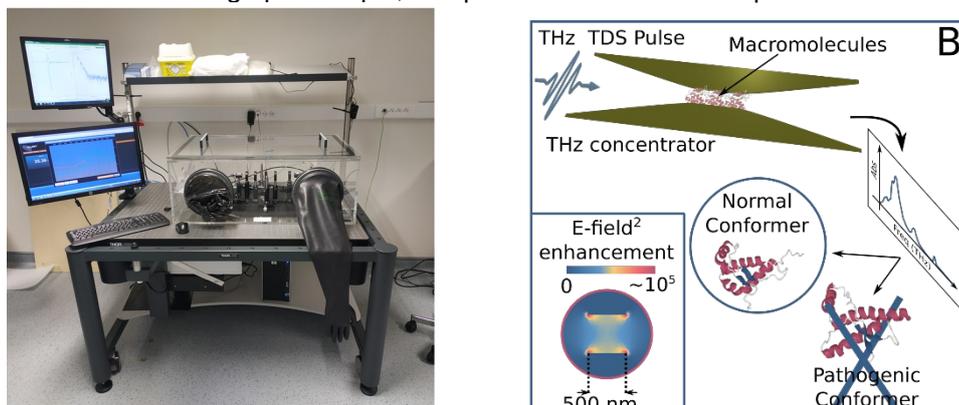


Figure 2: à gauche, photographie de l'expérience de spectroscopie TeraHertz dans le domaine temporel. À Droite schéma de principe de l'expérience visant à faire la différence entre un conformère pathogène et un conformère normal d'une protéine. On y voit le composant micro/nanostructuré servant à concentrer le champ électromagnétique.

Environnement

Ce travail de doctorat se déroulera dans l'équipe expérimentale qui effectue la spectroscopie : Photonique TeraHertz de l'IEMN au sein de l'activité biophotonique TeraHertz. Le laboratoire est situé à Villeneuve d'Ascq dans la métropole Lilloise (59). En particulier, l'étudiant profitera d'une salle de micro fabrication à l'état de l'art international permettant la fabrication des pièges visé ainsi que d'un laboratoire ou contenant tout le matériel nécessaire à la réussite du projet.

Les résultats répondront à des questions fondamentales, mais permettront aussi d'avancer par exemple dans la mise au point de technique de mesure pour la fabrication ou la conservation de vaccins. Les résultats feront ensuite l'objet de discussions à l'intérieur du groupe ainsi qu'avec des biologistes de l'université mais aussi des biophysiciens de Saclay et de Lyon et des virologues du CHU.

Profil :

Nous recherchons un ou une physicien/enne, ingénieur/e ou équivalent. Les compétences suivantes augmenteront les probabilités d'être choisi/e, mais nous recherchons avant tout un/e physicien/enne motivé/e et pragmatique : *Optique Expérimentale – Spectroscopie – Simulation photonique-*

Candidature :

Pour toute candidature nous vous conseillons de nous contacter tout d'abord informellement afin de discuter du sujet et du déroulement des travaux :

Romain PERETTI romain.peretti@univ-lille.fr

Mots clés

TeraHertz, antenne, métamatériaux, spectroscopie, biophotonique, macromolécule, protéines microfluidique.

Pour en savoir un peu plus :

https://en.wikipedia.org/wiki/Terahertz_time-domain_spectroscopy

<http://www.mdpi.com/2304-6732/5/2/11>