

Ed SMAER – 391

Sujet de thèse 2014

***Nouvelle génération de détecteurs ultra-rapides
pour le rayonnement synchrotron en ondes térahertz***

Laboratoire : UMR CNRS 8507 ; Laboratoire de génie électrique de Paris (LGEP), Supélec

Équipe : Matériaux et dispositifs : des micro-ondes à l'infrarouge (MDMI) ; <http://mdmi.lgep.supelec.fr>

Etablissement de rattachement : UPMC Univ Paris 06

Directeur de thèse : Alain Kreisler, Pr Em UPMC Univ Paris 06, CNU 63 (Alain.Kreisler@supelec.fr)

Co-encadrement : Laurent Manceron, DR CNRS – UMR 7075 UPMC (manceron@synchrotron-soleil.fr)

Annick Dégardin, Pr UPMC Univ Paris 06, CNU 63 (Annick.Degardin@supelec.fr)

Titre de la thèse : Nouvelle génération de détecteurs ultra-rapides pour le rayonnement synchrotron en ondes térahertz

Collaborations dans le cadre de la thèse : Synchrotron SOLEIL + liaison projet ANR MASTHER

Le sujet peut-il être publié sur le site *web* de l'ED SMAER ? OUI

Résumé du sujet

Les ondes électromagnétiques THz dont la gamme de fréquences s'étend typiquement de 300 GHz à 10000 GHz (= 10 THz) offrent actuellement de nombreux champs d'applications pratiques (biomédical, contrôle industriel, sécurité civile, etc.). Mais elles offrent aussi un grand intérêt dans diverses branches de la recherche fondamentale (astrophysique, physique, chimie), en raison des nombreuses entités (atomes, ions, radicaux, molécules) qui présentent des fréquences caractéristiques dans ces gammes. C'est ainsi que ces dernières années, avec l'avènement de sources de rayonnement électromagnétique de hautes performances (rayonnement synchrotron), on a vu un nouvel essor dans le domaine de la spectroscopie THz à haute résolution et en régime d'impulsions, qui a créé un besoin en détecteurs THz ultrarapides : la présente thèse offre une solution novatrice dans ce champ.

Dans le présent contexte, les nano-détecteurs bolométriques dits "à électrons chauds" (*Hot Electron nanoBolometer* – HEB), à base de supraconducteurs, sont une solution attrayante pour la détection des ondes THz. Le principe du HEB repose sur le transfert à l'échelle microscopique du principe d'un bolomètre conventionnel (détecteur sensible à la puissance). L'utilisation de l'oxyde supraconducteur à haute température critique YBaCuO ($T_c = 92$ K) présente en outre la caractéristique unique de posséder un temps de réponse intrinsèque voisin de la picoseconde.

La thèse, à composante expérimentale forte, consiste à développer un démonstrateur complet de détecteur THz ultrarapide. Il sera réalisé à partir d'un nano-bolomètre HEB à base de couches ultra-minces (10 nm) d'YBaCuO. La nano-structuration de ces couches constitue un défi en raison de la facile désoxygénation du matériau YBaCuO lors du processus technologique qui combinera des étapes de lithographies électronique et optique. Le HEB sera couplé au rayonnement THz à l'aide d'une micro-antenne. Les points à aborder au cours de la thèse seront les suivants :

a) Évaluation des performances potentielles : modélisation des phénomènes physiques apparaissant dans les dispositifs HEB (modélisations microscopiques spécifiques aux supraconducteurs à haute T_c , modélisations des bilans thermiques entre le capteur et son environnement, modélisations électromagnétiques des circuits de lecture ultra-rapide). Des mesures FTIR dans la gamme des fréquences THz permettront de compléter les connaissances sur les propriétés optiques des couches ultra-minces d'YBaCuO en infrarouge lointain.

b) Conception des composants : conception et réalisation en salles blanches de nano-constrictions élaborées sur les films ultra-minces supraconducteurs d'YBaCuO et couplées à une micro-antenne planaire large bande ; des tests électriques et optiques effectués sur les dispositifs HEB permettront d'évaluer les effets du vieillissement des films ultra-minces d'YBaCuO et d'optimiser les étapes du processus technologique de fabrication.

c) Mise en œuvre du détecteur : dans cette étape finale, un système détecteur THz sera conçu et mis en place. Des tests intensifs de validation seront menés sur le site du synchrotron SOLEIL (ligne AILES), suivant divers modes de trains d'impulsions THz délivrés par l'instrument. La validation sur des expériences de spectroscopie sera effectuée.

Niveau de connaissances et compétences requis : Diplôme de Master en Sciences et Technologies ou diplôme d'ingénieur (électronique ou photonique ou physique appliquée). **Excellent niveau académique requis.**