

Proposition de sujet de thèse 2021-2024 :

Développement de détecteurs de rayonnement innovants à base d'oxydes fonctionnels pour l'infrarouge et le THz

Les détecteurs de rayonnements pour l'infrarouge et le THz peuvent être utiles pour des missions spatiales et pourraient être appliquées à la surveillance de la terre, la météorologie, et étendues aux applications dans divers domaines tels que la sécurité, le médical ou militaire. Actuellement, afin d'atteindre les performances ultimes dans la bande millimétrique, submillimétrique jusqu'à l'infrarouge lointain, l'ensemble des récepteurs utilisent des détecteurs à base matériaux supraconducteurs dont la basse température critique (température de transition à l'état supraconducteur) exige des puissances de refroidissement souvent incompatibles avec les missions spatiales de longue durée.

Les potentialités des couches minces d'oxydes pour la détection bolométrique non refroidie dans le visible/proche infrarouge ont été démontrées au cours des dernières années. Parmi les oxydes, nous nous intéressons particulièrement à la composition $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_3$ (LSMO) qui présente une forte variation de résistance électrique en fonction de la température au voisinage de la température ambiante, ce qui est intéressant pour la réalisation de capteurs de rayonnement thermiques non refroidis tels que les bolomètres.

Les performances obtenues sont très intéressantes car les puissances équivalentes de bruit (NEP) de l'ordre de $1 \text{ pW Hz}^{-1/2}$ ont en effet été mesurées à 300 K, 30 Hz et 10 μA (avec une consommation inférieure à 1 μW) [1-5]. Les caractérisations optiques (visible 655 nm et IR 3,39 μm à l'aide d'un laser HeNe) réalisées dans notre laboratoire montrent que ces détecteurs sont au niveau de l'état de l'art. Les mesures confirment que l'on peut fabriquer des bolomètres sensibles non refroidis suspendus à base de LSMO, absorbant dans l'IR. Dans des conditions de température et de courant optimisées, les mesures du bruit des bolomètres montrent qu'ils peuvent être limités en bruit de phonons, très proches des limites théoriques pour les détecteurs thermiques à 300K. Des mesures préliminaires récentes réalisées au synchrotron SOLEIL ont permis de tester un bolomètre dans différentes gammes de longueur d'onde ([8 μm -12 μm], [1 μm -20 μm], [16 μm -1000 μm]) [6]. Le bolomètre est sensible dans ces différentes gammes alors que celui-ci n'était pas couplé à une antenne.

Il est donc intéressant de poursuivre dans un premier temps l'optimisation des bolomètres suspendus à base de couches minces LSMO pour la détection dans le proche/moyen infrarouge et le THz. Ensuite, l'objectif est de travailler sur le couplage rayonnement-détecteurs afin d'adapter les détecteurs aux gammes de longueur d'onde où il manque des détecteurs non refroidis performants. Les bolomètres LSMO couplés à des antennes planaires intégrées et adaptées devraient notamment pouvoir répondre aux besoins de détection dans le domaine du THz et de l'infrarouge lointain. Ces travaux seront réalisés dans le cadre d'un projet national ANR appelé BOLOTERA (2021-2024) qui implique deux autres partenaires : un laboratoire IEMN et une start-up Vmicro à Lille. Plusieurs missions à Lille sont prévues au sein de ce consortium. De nouvelles campagnes de mesures au synchrotron SOLEIL sont également prévues pour affiner les résultats.

Les points à aborder au cours de la thèse seront :

- a) Évaluation des performances potentielles, conception et fabrication des composants en salle blanche (structuration de films minces couplés à des micro-antennes planaires large bande)
- b) Caractérisation électriques et optiques, modélisation des phénomènes physiques apparaissant dans les dispositifs. Des mesures dans la gamme des fréquences THz permettront de compléter les connaissances sur les propriétés optiques des couches ultra-minces LSMO en infrarouge lointain.
- c) Mise en œuvre du détecteur : dans cette étape finale, un système détecteur THz sera conçu et mis en place dans le cadre de collaborations.

Profil recherché :

Diplôme de Master ou équivalent

Le sujet possède un fort caractère multidisciplinaire. Une formation générale en instrumentation, capteurs, électronique, physique des matériaux et/ou en microtechnologie en salle blanche est souhaitée. La thèse proposée s'adresse à des candidat(e)s curieux(ves), inventif(ve)s, dynamiques, ayant un solide bagage scientifique et le sens du travail collaboratif. L'expérience de la recherche et de l'expérimentation sera appréciée comme un point supplémentaire.

Financement :

Contrat de doctorat d'une durée de 3 ans. Le début de la thèse de doctorat est prévu pour septembre 2021.



Groupe de Recherche en Informatique, Image,
Automatique et Instrumentation de Caen

CNRS – UMR 6072

Université de Caen Normandie & ENSICAEN

Candidature :

CV + lettre de motivation + résultats académiques (bulletins des années passées) à envoyer avant le **1^{er} Mars 2021**

Contact :

B. Guillet (Maître de conférences UCN, HDR) – bruno.guillet@unicaen.fr (02.31.45.26.93)

Laboratoire :

GREYC (UMR 6072), ENSICAEN, 6 boulevard Maréchal Juin, 14050 CAEN cedex

References:

- [1] V. Nascimento *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys, 54 055301 (2021)
- [2] V. Nascimento, “ Détecteurs de rayonnement (IR → THz) innovants à base d'oxydes fonctionnels”, thèse Université de Caen Normandie, Déc. 2019.
- [3] L. Mechin *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. - Fast Track, Communication 46 202001 (2013)
- [4] S. Liu *et al.*, Microelec Eng. 111, 101 (2013);
- [5] S. Liu *et al.*, J. Micromech. Microeng., 29, 065008 (2019);
- [6] SOLEIL Synchrotron, AILES line - proposal 20181598, July 2019