

PhD thesis proposal 2020 (3 years – Oct. 2020)**Development of innovative radiation detectors
based on functional oxides for applications in IR and THz ranges**

We are particularly interested in the composition $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ (LSMO), which exhibits a strong variation of electrical resistance as a function of the temperature around 300 K, as well as a low electrical noise, for the realization of uncooled radiation sensors such as bolometers [1]. The targeted areas of use are space missions dedicated to earth monitoring, and meteorology. They could be extended to applications in various fields such as security, medical or military.

Currently, in order to achieve the ultimate performance in the millimeter band, submillimetric to far-infrared, all receivers use superconducting material-based detectors whose low critical temperature (superconducting transition temperature) requires cooling powers that are often incompatible with long-term space missions. Our preliminary results obtained with LSMO suspended structures are very interesting because Noise Equivalent Power (NEP) of the order of $1 \text{ pWHz}^{-1/2}$ was obtained at 300 K [2]. Under optimized temperature and current conditions, bolometer noise measurements show that they can be phonon noise limited, very close to the theoretical limits for thermal detectors at 300 K. Optical characterizations (visible at 655 nm and IR 3.39 μm using a HeNe laser) made in our laboratory have confirmed that we can manufacture sensitive IR uncooled bolometers suspended based on LSMO. Finally, recent preliminary measurements carried out at the SOLEIL synchrotron (proposal 20181598, July 2019) made it possible to test a bolometer in different wavelength ranges ($[8\mu\text{m}-12\mu\text{m}]$, $[1\mu\text{m}-20\mu\text{m}]$, $[16\mu\text{m}-1000\mu\text{m}]$). The bolometer is sensitive in these different ranges while it was not coupled to an antenna.

It is therefore interesting to continue at first the optimization of suspended bolometers based on LSMO thin films for detection in the near / medium infrared and THz. Then, the objective is to work on the coupling radiation - detectors in order to adapt the detectors to the ranges of wavelength where it lacks performant uncooled detectors. Indeed, LSMO bolometers coupled to adapted integrated planar antennas should in particular be able to meet the detection needs in the THz and far infrared range where there are no efficient uncooled solutions. Contacts on this subject with different laboratories (SOLEIL, IEMN, CEA, ...) with means of characterization, have already been engaged.

In parallel with these studies, the candidate will have to work on more exploratory studies (realization of LSMO-based hetero-structures to allow the fabrication of PIN structures, preliminary studies on other oxides in order to exploit the metal transition insulating or pyroelectric effects). The points to be addressed during the thesis will be:

- a) Evaluation of potential performance, design and manufacture of clean room components (thin film structuring coupled to broadband planar micro antennas)
- b) Electrical and optical characterization, modeling of the physical phenomena appearing in the devices. Measurements in the THz frequency range will complete the knowledge on the optical properties of ultra-thin LSMO far-infrared layers.
- c) Implementation of the detector: in this final step, a detector system will be designed and implemented in the framework of collaborations.

[1] L. Mechin et al., J. Phys. D: Appl. Phys. - Fast Track, Communication 46 202001 (2013)

[2] S. Liu et al., Microelec Eng. 111, 101 (2013); S. Liu et al., J. Micromech. Microeng., 29, 065008 (2019); V. Nascimento, Université de Caen Normandie, PhD thesis 2019.



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

CNRS – UMR 6072

Université de Caen Normandie & ENSICAEN

Requested skills:

Master diploma or equivalent diploma. For this strong multidisciplinary subject, profiles based on/or merging competencies of electronics, sensors, physics, material physics and / or micro-technology clean room will be considered with a great attention. The proposed thesis is for curious, inventive, dynamic applicants having a strong scientific background and a sense of collaborative works. Experience of research and experimentation will be appreciated extra points.

Funding:

3 years duration doctoral contract, The PhD thesis beginning is expected in October 2020.

Application:

Please send your application documents including a detailed CV and a motivation letter dedicated to the proposed position before April 26, 2020. You may add additional documents such as the marks and ranks you obtained during your master degree or engineering school, or references letters.

Contact:

Bruno Guillet
Associate professor University Caen, HDR,
bruno.guillet@unicaen.fr
+33 2.31.45.26.93

Laboratory:

GREYC (UMR 6072)
ENSICAEN
6 boulevard Maréchal Juin
14050 CAEN cedex (FRANCE)
www.greyc.fr

Proposition sujet de thèse 2020 (3 ans – oct 2020)**Développement de détecteurs de rayonnement innovants
à base d'oxydes fonctionnels pour des applications IR et THz**

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.

Ce type de détecteurs pourraient 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 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 obtenues à 300 K. Les caractérisations optiques (visible 655 nm et IR $3,39 \mu\text{m}$ 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 ($[8\mu\text{m}-12\mu\text{m}]$, $[1\mu\text{m}-20\mu\text{m}]$, $[16\mu\text{m}-1000\mu\text{m}]$). 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 de bolomètres suspendus à base de couches minces LSMO pour la détection dans le proche/moyen infrarouge et 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. En effet, les bolomètres LSMO couplés à des antennes planaires intégrées adaptées devraient notamment pouvoir répondre aux besoins de détection dans la gamme THz et l'infrarouge lointain où il n'existe pas de solutions non refroidies performantes. Des contacts sur ce sujet avec différents laboratoires disposant de moyens de caractérisation, ont déjà été engagés.

En parallèle à ces études, le candidat sera amené à travailler sur des études plus exploratoires (réalisation d'hétérostructures à base de LSMO pour permettre la fabrication de structures P-I-N, études préliminaires sur d'autres oxydes afin d'exploiter la transition métal-isolant ou des effets pyroélectriques). 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 sera conçu et mis en place dans le cadre de collaborations.

[1] L. Mechin et al., J. Phys. D: Appl. Phys. - Fast Track, Communication 46 202001 (2013)

[2] S. Liu et al., Microelec Eng. 111, 101 (2013); S. Liu et al., J. Micromech. Microeng., 29, 065008 (2019); V. Nascimento, thesis defence December 2019.



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

CNRS – UMR 6072

Université de Caen Normandie & ENSICAEN

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.

Candidature :

CV + lettre de motivation + résultats académiques (bulletins des années passées) + lettres de références à envoyer avant le 26 avril 2020.

Contacts :

B. Guillet (Maître de conférences Université Caen Normandie, HDR)

bruno.guillet@unicaen.fr

02.31.45.26.93

Laboratoire d'accueil :

GREYC (UMR 6072)

ENSICAEN

6 boulevard Maréchal Juin

14050 CAEN cedex

www.greyc.fr