

## PhD offer

Jointly at LERMA UMR CNRS 8112, C2N UMR CNRS 9001 and CNES France

# Pushing the Terahertz frontier of GaAs Schottky diodes - New technological developments for sensitive astronomical receivers

### Project context

In spite of the fact, that the strongest emission lines of our Milky Way, such as [NI] (1.46 and 2.46 THz), [CI] (1.9 THz) and [OI] (4.7 THz) etc, lies in the THz/far-infrared region, this region is still largely unexplored due to poor atmospheric transmission and the necessity to observe from space as well as the lack of sensitive receivers. Heterodyne spectroscopy, largely used in astronomy, planetology, Earth science and even in commercial applications, allows the detailed analysis of the incoming signal with excellent spectral resolution. In a heterodyne receiver the received sky signal is mixed by a mixer with an artificial monochromatic signal created by the local oscillator (LO). These LO and mixer are the heart of a heterodyne receiver and determine its performance. Heterodyne receivers are routinely used up to 350 GHz, but very few mixers and LOs exist at THz frequencies. To open up this observing window it is essential to develop sensitive THz mixers and powerful THz local oscillators.

During the last 15 years, LERMA associated with C2N work together on the design and the realisation of THz mixers and multipliers, based on the GaAs Schottky diodes, in order to build the sensitive THz devices for radioastronomy. Recently, LERMA-C2N developed and fabricated the 300GHz and 600GHz multipliers, as well as the 1.2THz mixer, that are installed on the Submillimeter Wave Instrument (SWI) for the JUICE mission, which will be lanced in 2023 to study Jupiter and its moons. To keep its leading position, LERMA aims to push further the limits of fabrication technology to reach frequencies as high as 5THz.

### Objectives

This experimental thesis has the ambition to develop the process allowing the fabrication of high quality, performant and robust Schottky diodes operating up to 5THz. Several proposals of space missions, that require such THz devices, will be submitted soon in order to answer the call for ESA's Medium-size class missions (M7) for satellites and the call for NASA's probes.

The candidate will be co-supervised by two research laboratories (LERMA and C2N) and by CNES. For the process development, she/he will work in the advanced clean room of C2N on state-of-the art equipment for micro- and nano-fabrication. The theoretical study, DC and RF measurements as well as the design of future 1.9THz multiplier or 4.7THz mixer will be performed at LERMA. This work will allow the PhD student to acquire a large experience in nano-technology and device fabrication (electron beam lithography, thin metal and dielectric layer deposition, dry etching and other clean room tools), in physics of semi-conductors as well as in DC and RF characterizations of the microwave circuits.

### Candidate

*Required education level:* Master or equivalent degree in electrical engineering or physics.

*Duration:* 36 months.

*Required background:* Physics of solids (semiconductors). Knowledge in nano/microfabrication or in radio wave frequency electronics is welcome. Good knowledge of English is expected.

**Deadline to apply:** 25<sup>th</sup> of March 2022

### Contact persons

To apply please send your motivation letter, CV, and recommendation letters (optional) to:

Dr. Lina GATILOVA (LERMA, Observatoire de Paris, Paris), [lina.gatilova@obspm.fr](mailto:lina.gatilova@obspm.fr)

All the candidatures are evaluated. However, due to the large number of applications we receive, we will contact only the short-listed candidates.

## Proposition de thèse

Conjointement au LERMA UMR CNRS 8112, C2N UMR CNRS 9001 et CNES France

# Repousser les limites technologiques pour la réalisation des diodes Schottky à très hautes fréquences

### Contexte du projet de thèse

Malgré le fait que les lignes d'émission les plus intenses de notre Voie lactée, telles que [NI] (1,46 et 2,46 THz), [CI] (1,9 THz) et [OI] (4,7 THz), se situent dans la région THz/infrarouge lointain, cette région est encore largement inexploree en raison de la mauvaise transmission atmosphérique, de la nécessité d'observer depuis l'espace et du manque de récepteurs sensibles. La spectroscopie hétérodyne, largement utilisée en astronomie, planétologie, sciences de la Terre et même dans des applications commerciales, permet l'analyse détaillée du signal entrant avec une excellente résolution spectrale. Dans un récepteur hétérodyne, le signal du ciel reçu est mélangé par un mélangeur de fréquences avec un signal monochromatique artificiel créé par l'oscillateur local (OL). L'OL et le mélangeur constituent le cœur d'un récepteur hétérodyne et déterminent ses performances. Les récepteurs hétérodynes sont couramment utilisés jusqu'à 350 GHz, mais très peu de mélangeurs et d'OL existent aux fréquences THz. Pour ouvrir cette fenêtre d'observation, il est essentiel de développer des mélangeurs THz sensibles et des oscillateurs locaux THz puissants.

Durant les 15 dernières années, le LERMA associé au C2N ont travaillé ensemble sur la conception et la réalisation de mélangeurs et multiplicateurs THz, basés sur les diodes Schottky GaAs, afin de construire des dispositifs Terahertz très performants. Récemment, le LERMA-C2N a développé et fabriqué les multiplicateurs de fréquences à 300GHz et à 600GHz, ainsi que le mélangeur à 1.2THz pour l'instrument à ondes submillimétriques (SWI) installé sur le satellite JUICE, qui sera lancée en 2023 pour étudier Jupiter et ses lunes. Pour conserver sa position de leader, le LERMA entend repousser encore les limites de la technologie de fabrication pour atteindre des fréquences aussi élevées que 5THz.

### Objectives

Cette thèse expérimentale a pour ambition de développer un procédé technologique permettant de réaliser les diodes Schottky de haute qualité, performantes et robustes, fonctionnant aux fréquences jusqu'à 5THz. Plusieurs propositions des missions spatiales, qui nécessitent de tels dispositifs THz, seront soumises bientôt afin de répondre aux appels d'offres de l'ESA pour les missions de classe moyenne (M7) pour les satellites et de la NASA pour les sondes.

La thèse sera effectuée en collaboration entre le LERMA-Observatoire de Paris, le C2N-CNRS et le CNES. Pour le développement du procédé, le candidat travaillera dans la salle blanche du C2N sur des équipements de pointe pour la micro- et la nano-fabrication. L'étude théorique, les mesures DC et RF ainsi que la conception d'un futur multiplicateur à 1.9THz ou d'un mélangeur 4.7 THz seront réalisées au LERMA. Ce travail permettra au doctorant d'acquérir une grande expérience en nanotechnologie et en fabrication de dispositifs (lithographie par faisceau d'électrons, dépôt de couches minces métalliques et diélectriques, gravure sèche et autres outils de salle blanche), en physique des semi-conducteurs et en électronique hyperfréquences.

### Candidat

*Niveau d'études requis* : Master ou diplôme équivalent en génie électrique, nanotechnologie ou en physique.

*Durée du contrat* : 36 mois.

*Formation requise* : physique des solides (semi-conducteurs). Connaissances en nano- et micro-fabrication ou en électronique hyperfréquences sont souhaitées. Une bonne connaissance de l'anglais est attendue.

**Date limite de dépôt des candidatures** : le 25 mars 2022.

**Personne à contacter** : Pour postuler, veuillez envoyer votre lettre de motivation, votre CV et vos lettres de recommandation (facultatives) à l'adresse suivante :

Dr. Lina GATILOVA (LERMA, Observatoire de Paris, Paris), [lina.gatilova@obspm.fr](mailto:lina.gatilova@obspm.fr)

Toutes les candidatures sont évaluées. Toutefois, en raison du grand nombre de candidatures que nous recevons, seuls les candidats présélectionnés seront contactés.