

Sujet de Stage PPS-SPIN

Début : mars 2026

Etude et mise en œuvre de nanoplasmas pour une électronique THz

Informations générales

Lieu de travail : Nancy

Type de contrat : Stage en laboratoire

Durée du contrat : 5-6 mois

Date d'embauche prévue : 01 mars 2026

Quotité de travail : Temps complet

Rémunération : tarif standard de gratification

Niveau d'études souhaité : Master en physique des plasmas, Master interaction laser-matière, Master en génie des procédés

Missions / Activités

Positionnement :

La gamme spectrale du terahertz (0.1-100 THz), se situe entre les domaines de l'électronique et de l'optique. Avec de nombreuses applications potentielles dans la sécurité, l'analyse chimique, les télécommunications ou les science des matériaux, un grand effort est porté sur le développement de technologies THz plus performantes [1,2]. En particulier, la recherche d'une source THz intense, économique et polyvalente est l'une des solutions clefs pour rendre ces technologies plus accessibles.

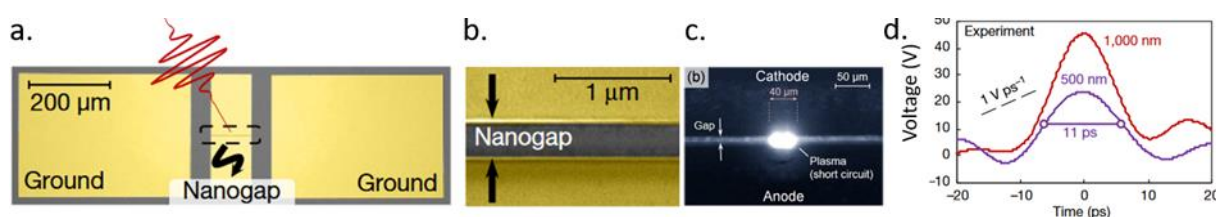


Figure 1: a) Dispositif nanoplasma activé par un laser femtoseconde. b) Zoom du nanogap c) Décharge plasma d) Impulsion picoseconde générée. Adaptée depuis Refs[3,4].

En 2020, un nouveau concept d'émetteur THz a vu le jour³: le nanoplasma (Fig.1). Cette technologie, permet de générer des THz intenses à partir d'un dispositif simple (Fig.1a-b) comprenant deux électrodes métalliques espacées de 10 μm à 10 nm. Lorsqu'une différence de potentiel appliquée entre les électrodes atteint une tension critique, alors une décharge plasma ultra-rapide a lieu (Fig.1c), résultant d'impulsions picosecondes avec de très grande amplitudes (Fig.1.d). La puissance crête de la décharge est donc extrême⁴ et difficilement atteignable avec d'autres technologies THz². Par ailleurs, la simplicité d'un tel dispositif rends sa fabrication et son intégration en microélectronique particulièrement simple. Dès lors, nous pensons que ces dispositifs sont en capacité de démocratiser la génération de THz intenses

pour, entre autres, les recherches en physique THz non-linéaire^{2,5,6} (pompage de magnons, phonons, retournement d'aimantation ultra-rapide, etc).

Problématique :

A ce jour, la compréhension des mécanismes d'ignition du plasma est encore extrêmement limité à ces dimensions. De plus la bande passante de cette technologie n'est pas encore bien établie, car seules des mesures électroniques ont été réalisées [3,4], limités à 110 GHz. Des mesures dans le domaine de l'optique THz sont donc nécessaires pour connaître les fréquences limites atteignables par les nanoplasmas. Pour ce faire, l'idée est d'activer ce type de nanoplasma de façon optique, permettant une synchronisation pico ou femtoseconde avec les systèmes lasers de caractérisations THz. Cette synchronisation ouvrirait également la voie à l'utilisation des nanoplasmas avec de nombreuses technologies THz basées sur les lasers femtosecondes.

Le sujet de stage proposé s'inscrit dans une toute nouvelle thématique porté par les équipe PPS et SPIN de l'IJL au sein d'un projet globale : Nanoplasmas pour une Électronique THz (NETH). Ce projet propose donc d'améliorer la compréhension de cette technologie nanoplasma et d'étendre son champ d'applications. Pour cela un nouveau consortium transdisciplinaire unique est mis en place pour ce projet novateur, alliant des expertises en physique des plasmas, physique ultra-rapide, et électronique haute-fréquence. Les objectifs du stage s'inscrivent donc dans le projet NETH et sont les suivants :

- POC de l'utilisation de nano-décharges pour la génération de signaux THz (Nikoo et al.^{3,4})
- Étude des mécanismes d'amorçage du plasma aux faibles dimensionnalités (spatiale et temporelle)
- Étude de l'amorçage du nanoplasma par laser femtosecondes
- Caractérisation complète du spectre d'émission THz & POC expérience THz non-linéaire

Objectifs :

Etant exploratoire par nature, ce sujet de stage se focalisera en premier lieu sur la reproduction de ces toutes premières preuves de concepts par i) nanofabrication de dispositifs de décharge en environnements contrôlés, ii) caractérisations au premier ordre des nanoplasmas par diagnostics optiques et électriques.

1. Ferguson, B. & Zhang, X. Materials for terahertz science and technology. *Nature Materials* **1**, 26–33 (2002). DOI : [10.1038/nmat708](https://doi.org/10.1038/nmat708)
2. Hoffmann, M. C. & Fülöp, J. A. Intense ultrashort terahertz pulses: Generation and applications. *Journal of Physics D: Applied Physics* **44**, 083001 (2011). DOI : [10.1088/0022-3727/44/8/083001](https://doi.org/10.1088/0022-3727/44/8/083001)
3. Nikoo, M. S. et al. Nanoplasma-enabled picosecond switches for ultrafast electronics. *Nature* **579**, (2020). DOI : [10.1038/s41586-020-2118-y](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2118-y)
4. Nikoo, M. S., Jafari, A., Erp, R. V. & Matioli, E. Kilowatt-range Picosecond Switching Based on Microplasma Devices. *IEEE Electron Device Letters* **42**, 767–770 (2021). DOI : [10.1109/LED.2021.3068732](https://doi.org/10.1109/LED.2021.3068732)

Contexte de travail

Le stage se déroulera au sein de l'équipe Plasmas Procédés Surfaces (PPS) et Spintronics and Nanomagnétisme (SPIN) de l'Institut Jean Lamour. Il sera intégralement financé par l'IJL pour une durée de 5 à 6 mois.

Compétences

Ce travail nécessite principalement des compétences en physique des plasmas et interactions laser-matière. Des compétences en physique/chimie des matériaux et procédés de fabrication (salle blanche) pourront également être appréciées. Un fort intérêt pour le travail expérimental est nécessaire. La curiosité, la rigueur, l'autonomie et le goût pour le travail méthodique en équipe sont des qualités qui seront indispensables. La langue anglaise et/ou française doit être maîtrisée à l'écrit et à l'oral.

A propos de l'institut Jean Lamour

L'Institut Jean Lamour (IJL) est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université de Lorraine. Il est rattaché à l'Institut de Chimie du CNRS.

Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, ses domaines de recherche couvrent les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

L'IJL compte 183 chercheurs et enseignants-chercheurs, 91 personnels ingénieurs, techniciens, administratifs, 150 doctorants et 25 post-doctorants.

Il collabore avec plus de 150 partenaires industriels et ses collaborations académiques se déploient dans une trentaine de pays.

Son parc instrumental exceptionnel est réparti sur 4 sites dont le principal est un bâtiment neuf situé sur le campus Artem à Nancy, lieu principal du déroulement de la thèse.

Contraintes et risques

Le poste ouvert se situe dans un secteur relevant de la protection du potentiel scientifique et technique de la Nation et nécessite donc, conformément à la réglementation, que le recrutement soit autorisé par l'autorité compétente du MESRI.

Modalités de candidature

Le dossier de candidature comprendra les éléments suivants :

- Curriculum Vitae.
- Lettre de motivation.
- Notes et classement du master (M1 et M2 si possible).
- Copie de la carte d'identité ou passeport.

Tout dossier incomplet ou reçu au-delà du **23/01/2026** sera déclaré irrecevable

Les candidatures doivent être adressées par e-mail à

Dr. S. Cuynet (stephane.cuynet@univ-lorraine.fr)

Dr. J. Gorchon (jon.gorchon@univ-lorraine.fr)