

Intitulé du projet : **Étude de l'impact de la polarité et du spectre de l'impulsion THz dans l'émission ionique : application à la sonde atomique.**

---

La Sonde Atomique Tomographique (SAT), technique phare du laboratoire permet de reconstruire la distribution chimique d'un nano-objet en 3D, avec une résolution spatiale proche de l'échelle atomique, grâce à l'évaporation ionique par effet de champ. Dans les SAT assistées par laser, couramment utilisées dans les études de métaux, isolants et semiconducteurs, l'évaporation est déclenchée par une impulsion laser ultrarapide dans le domaine du proche ultraviolet (UV)[1-2]. L'énergie des impulsions UV est absorbée par l'échantillons et son échauffement dégrade les performances de l'instrument en termes de résolution spatiale et chimique.

Des progrès remarquables ont été fait en utilisant de sources dans le domaine Terahertz (THz) qui ont permis l'analyse de matériaux métalliques mais aussi des céramiques et des oxydes [3-6]. De plus, il a été montré que le processus d'émission assisté par les impulsions THz minimise les effets d'échauffement. Lors de l'utilisation des impulsion THz monocycle, un rôle important est joué par leur polarité (or signe) et leur spectre. Avec des impulsions positives, les effets thermiques sont réduits dans le cas des métaux mais ils sont bien visibles pour les matériaux à bande interdite. Par contre, tous les matériaux peuvent être analysés avec des impulsion THz négatives et les performances sont similaires à celles des lasers UV ou dégradées, dépendant du spectre de l'impulsion THz utilisée.

Dans ce cadre, une thèse de doctorat est proposée afin d'étudier les processus d'évaporation mis en jeu lors de l'utilisation des impulsions THz **en fonction de leur polarité et de leur spectre**. A cette fin, il faudra :

- Analyser des matériaux avec différentes bandes interdites en SAT-THz, en variant la polarité et le spectre de l'impulsion.
- Développer le banc de génération afin de contrôler spectralement l'impulsion THz générée.
- Coupler les résultats des analyses aux simulations numériques des trajectoires des ions et des électrons émis par l'impulsion THz.

**Contact :**

Les candidats intéressés devront envoyer les pièces suivantes :

- CV détaillé avec parcours académique.
- Lettre de motivation
- Relevés de notes et classement du Master 1 et Master 2.

Contact : [angela.vella@univ-rouen.fr](mailto:angela.vella@univ-rouen.fr)

## Study of the impact of the polarity and spectrum of the THz pulse on ion emission: application to the atom probe

The Atom Probe Tomography (APT), the laboratory's flagship technique, enables the 3D reconstruction of the chemical distribution of a nano-object, with spatial resolution close to the atomic scale, using field evaporation of ions from the surface. In laser-assisted APT, commonly used to study metals, insulators and semiconductors, evaporation is triggered by an ultrafast laser pulse in the near ultraviolet (UV) range [1-2]. The energy of the UV pulses is absorbed by the sample and its heating degrades the instrument's performance in terms of spatial and chemical resolution.

Remarkable progress has been made using sources in the terahertz (THz) range, which has enabled the analysis of metallic materials as well as ceramics and oxides [3-5]. In addition, it has been shown that the emission process assisted by THz pulses minimizes heating effects. When using single-cycle THz pulses, an important role is played by their polarity (or sign) and spectrum. With positive pulses, the thermal effects are reduced in the case of metals, but are clearly visible in the case of band-gap materials. On the other hand, all materials can be analyzed with negative THz pulses and the performances are similar to that of UV lasers or degraded, depending on the spectrum of the THz pulse used.

In this context, a PhD thesis is being proposed to study the evaporation processes involved in the use of THz pulses as a function of their polarity and spectrum. To this end, it will be necessary to:

- Analyze materials with different band gaps in SAT-THz, by varying the polarity and spectrum of the pulse.
- Develop the generation bench in order to spectrally control the THz pulse generated.
- Couple the results of the analyses with numerical simulations of the trajectories of the ions and electrons emitted by the THz pulse.

### **Contact:**

Interested candidates should send the following documents:

- Detailed CV with academic background.
- Letter of motivation
- Transcripts and rankings from Master 1 and Master 2.

Contact : [angela.vella@univ-rouen.fr](mailto:angela.vella@univ-rouen.fr)