

Stage M2 Recherche en optique non linéaire appliquée à la caractérisation de dispositifs électroniques neuromorphiques

Mines Saint-Etienne est une Ecole de l'Institut Mines-Télécom (IMT), 1er groupe public d'écoles d'ingénieurs et de management en France. L'IMT est un EPSCP (grand établissement) sous la tutelle du Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique.

L'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne (Mines Saint-Etienne) est chargée de missions de formation, de recherche et d'innovation, de transfert vers l'industrie et de culture scientifique, technique et industrielle.

Mines Saint-Etienne représente: 2 400 élèves-ingénieurs et chercheurs en formation, 480 personnels (150 Chercheurs et Enseignants-chercheurs), un budget consolidé de 46 M€, 3 campus dédiés à l'industrie à Saint-Etienne et Lyon (région AURA), à la microélectronique et aux objets connectés à Gardanne (Métropole Aix-Marseille Provence, région SUD) et à l'ingénierie pour la santé à Saint-Etienne ; 6 unités de recherche ; 5 centres de formation et de recherche ; un centre de culture scientifique technique et industrielle leader en France « La Rotonde » (> 50 000 visiteurs / an).

Contexte scientifique et objectifs du stage

Des dispositifs d'électronique organique ultra-flexibles, conformables et implantables incorporant une intelligence artificielle promettent de révolutionner la surveillance et le traitement en temps réel de maladies chroniques [1]. De tels systèmes pourraient être basés sur des transistors organiques électrochimiques (OECTs), exploitant des conducteurs polymères mixtes ion-électron (PMIECs) comme couches actives. En effet, les PMIECs sont apparus comme une excellente plateforme matérielle pour interfacer la biologie avec l'électronique conventionnelle ; identifié comme le domaine de la « bioélectronique organique ou plastique ». L'OECT est considéré comme l'éléments clé pour réaliser une telle interface [2]. Son efficacité est évaluée suivant des figures de mérite (FoMs) telles que i) la transconductance (g_m), et/ou ii) les temps de commutation (ionique vs. électronique) dans le dispositif. Au-delà des applications de transduction, à court terme, l'OECT est aussi intéressant pour créer des applications émergentes en matière de circuits neuromorphiques bioélectroniques [3].

La réalisation de tels circuits est freinée par un manque de compréhension et d'optimisation des processus de conduction mixte dans ces matériaux polymériques ; notamment une asymétrie des temps de commutation des transistors lors des séquences de dopage (i.e « ON ») vs dédopage (i.e « OFF ») dans le canal de l'OECT. Des outils de caractérisation *in-situ* & *operando* permettant de quantifier et cartographier les paramètres de transduction électronique et électrochimique dans le canal de l'OECT se révèlent être indispensables pour comprendre les limitations actuelles en performances des PMIECs et/ou pour construire des PMIECs optimaux dans de tels circuits neuromorphiques.

Dans ce contexte scientifique, le stagiaire développera une nouvelle mesure de spectroscopie et instrumentation d'optique non linéaire, appelée microscopie par génération de second harmonique résolue en temps, afin d'enregistrer le mouvement spatio-temporel des espèces chargées, électrons (ou trous), et de cartographier les mobilités électroniques *in-situ* & *operando* le canal de l'OECT.

Le stagiaire fabriquera ces dispositifs OECTs en salle blanche de microélectronique, et bénéficiera d'un accompagnement technique pour leur réalisation. Il enregistre et analysera les FoMs clés grâce à l'expérimentation d'optique non linéaire développée et aux caractérisations électriques et électrochimiques afin d'établir, de manière plus globale, des règles d'ingénierie dans ces PMIECs qui

serviront de socle de connaissances incontournables à l'avenir, pour concevoir et réaliser des circuits neuromorphiques à base d'OECTs, comme première brique d'une intelligence artificielle à base d'électronique organique.

Pour aller plus loin

- [1] <https://iconic.mines-stetienne.fr/>
- [2] <https://www.nature.com/articles/s43586-021-00065-8>
- [3] <https://www.nature.com/articles/s41578-023-00622-5>

Profil du/ de la candidat.e

La candidate ou le candidat devra être en cours de formation et d'apprentissage d'un diplôme de Master 2 ou de 3^{ème} année de diplôme d'ingénieurs en Techniques Optiques et Instrumentations. La candidate ou le candidat devra disposer d'une culture solide en Physique/ Science des Matériaux/ (Opto)Électronique par sa formation initiale et/ou son expérience professionnelle.

Ce sujet de stage M2 Recherche a vocation d'être poursuivi en cycle de doctorat : Seulement un.e étudiant.e intéressé.e pour continuer en doctorat sera donc retenu.e pour ce stage.

Conditions de recrutement

Gratification selon les règles définies par le cadre de gestion de l'Institut Mines Télécom.

La durée du stage est de 6 mois.

Le poste est ouvert à toutes et tous avec, sur demande, des aménagements pour les candidates et candidats en situation de handicap.

Le stage et la mission s'exerceront sur le Campus Microélectronique de Provence de Gardanne dans les Bouches du Rhône (13).

Date de prise de fonction souhaitée : 1er Mars 2027

Profil et critères d'évaluation

Les principaux critères d'évaluation du candidat seront les suivants (liste non exhaustive) :

- Maîtrise technique expérimentale et scientifique en Optique. Des expériences lors de précédents stages en optique non linéaire et/ou microscopie, analyse d'images par caméra scientifique sera considéré comme avantageuses,
- Maîtrise d'instrumentation électronique (caméra sCMOS, oscilloscope, générateur de signaux et à délai, SMU,...) et d'analyse d'images sous ordinateur (Python, ...),
- Aptitudes pour le travail interdisciplinaire et les collaborations pluridisciplinaires.
- Autonomie, initiative,
- Intérêt pour le travail en équipe et capacité à construire un projet de recherche dans ce contexte,
- Maîtrise de l'anglais lu, écrit ; Qualité de la communication orale et écrite,

Modalités de candidature

Les dossiers de candidature comprendront :

- Une lettre de candidature,
- Un curriculum vitae,
- A la discrétion des candidats, une ou des lettres de recommandation,
- Les relevés de notes de 1^{ère} et 2^{ème} année d'école d'ingénieurs et/ou L3 & M1,
- La copie d'une pièce d'identité

Les dossiers de candidature sont à déposer sur la plateforme RECRUITEE ou à envoyer par email à sanaur@emse.fr, avant le 15 Décembre 2026

Les candidats retenus à une audition seront informés dans les meilleurs délais. Une partie des échanges s'effectuera en anglais.

Dans le cadre de sa politique Égalité, Diversité et Inclusion, l'École des Mines de Saint Etienne est un employeur soucieux de l'équité de traitement entre les candidatures.

Pour en savoir plus

Pour tous renseignements sur le poste, s'adresser à :

Pr. Sébastien Sanaur, enseignant-chercheur

Tel + 33 (0)4 42 61 67 48

Mel: sanaur@emse.fr

Pour tout renseignement administratif, s'adresser à :

Servane ARRES – Gestionnaire des Ressources humaines

Tel + 33 (0)4 42 61 66 12

Mel: servane.arres@emse.fr

Liens utiles :

<https://www.mines-stetienne.fr/>

<https://www.imt.fr/>

<https://www.youtube.com/watch?v=QUeuC5iQiN0>

La protection de vos données:

<https://www.mines-stetienne.fr/wp-content/uploads/2018/12/Informations-des-candidats-sur-les-traitements-de-donn%C3%A9es-personnelles.pdf>