

[English version below](#)

Offre de stage de fin d'études (4 à 6 mois)

Dispositifs à base d'ondes élastiques de surface pour un cycle de chauffage dédié à des applications biomédicales

Mots clés

Ondes élastiques de surface (SAW), Microfabrication, Microfluidique, Température, Biomédical

Contexte scientifique de l'étude

De nos jours, les laboratoires sur puces (Lab on a Chip, LOC) sont l'une des approches les plus prometteuses pour relever l'important défi sociétal consistant à fournir des soins de santé de qualité à un coût abordable. La réduction d'échelle a plusieurs avantages puisqu'elle permet : de réduire le volume de réactif, une parallélisation massive des expériences conduisant à des résultats beaucoup plus rapides et à un meilleur contrôle des processus. D'un point de vue industriel, les plates-formes LOC sont généralement liées à des réductions de coûts et à des améliorations de productivité. Du point de vue de l'utilisateur, ils sont connus pour leur facilité d'utilisation et conviennent donc même à grande échelle pour les utilisateurs et le personnel non formé.

De nos jours, dans le contexte de la pandémie de COVID-19, de nombreuses plateformes LOC ont été développées pour tester rapidement un grand nombre de personnes dans un temps relativement court et ainsi surmonter les principales limitations des tests de laboratoire courants. Actuellement, dans la plupart des pays, le plan de tests massifs, associé à la recherche des cas contacts et à la procédure d'isolement, a été retenu. Les deux principales techniques de détection sont :

- La détection du matériel génétique du virus par un processus de transcription inverse et d'amplification en chaîne par polymérase (plus connu sous le nom de RT-PCR ou simplement tests PCR).
- La détection des antigènes viraux, dit test « antigène rapide ».

Dans ce contexte, le dispositif à ondes élastiques de surface (dispositif SAW) pourrait être introduit dans les plateformes LOC afin d'effectuer certaines étapes d'analyses. Le dispositif SAW a l'avantage d'être simple, portable avec batterie et a la capacité d'offrir des accélérations extrêmement importantes ($>10^8$ m/s²) dans un fluide micrométrique. En effet, l'onde de Rayleigh (R-SAW) transmet son énergie sous forme d'ondes de compression longitudinales dans le liquide qui conduisent à un écoulement rapide du fluide, appelé *acoustic streaming*. En fonction de la fréquence de fonctionnement et de l'alimentation électrique, la dynamique peut entraîner un mélange, un chauffage ou même une atomisation du fluide.

Nous proposons ici de **développer une nouvelle structure de dispositifs à base d'ondes élastiques de surface pour des applications biomédicales**. Plus précisément, nous utiliserons les ondes de Rayleigh pour réaliser un cycle complet de température d'une réaction PCR.

Missions / Activités

Ce sujet, totalement pluridisciplinaire sera l'occasion pour vous de contribuer à la conception, microfabrication et caractérisation de nouveaux dispositifs à base d'ondes élastiques de surface pour des applications biomédicales, et ce, grâce aux équipements de pointe de l'Institut Jean Lamour. Il s'agira d'une expérience formatrice au cours de laquelle vous serez formé aux différentes techniques de microfabrication de salle blanche.

Dans le cadre de ce stage vous serez notamment amené à :

- > réaliser une étude bibliographique sur la thématique des dispositifs à base de SAW pour des applications microfluidiques
- > fabriquer les dispositifs à ondes de Rayleigh grâce aux procédés de microfabrication en salle blanche (découpe, pulvérisation cathodique, lithographie, gravure ionique, etc.)
- > caractériser les dispositifs à l'analyseur de réseau
- > caractériser l'évolution de la température du fluide à l'aide de la caméra thermique dans le but de réaliser un cycle de température PCR
- > tester différents designs d'électrodes et différentes viscosités du fluide afin d'optimiser le chauffage

Contexte de travail

Durée : 4 à 6 mois à partir de mars 2023

Lieu de travail : Nancy, campus ARTEM

Rémunération : Gratification selon grille en vigueur

Plus précisément, le stage sera réalisé au sein de l'équipe Micro et Nanosystèmes (405) du département Nanomatériaux Electronique Et Vivant (N2EV).

Le candidat aura également l'opportunité de travailler en **lien direct avec l'équipe MADlab de l'Université de Californie à San Diego**. En effet, le projet s'inscrit dans une **collaboration internationale**.

Ce stage pourra déboucher sur le financement d'une thèse de doctorat à partir de l'automne 2023.

Profil recherché

- > Coursus en physique ou science des matériaux (école d'ingénieur ou université Master 2)
- > Connaissances en microtechnologies ou microfluidique seraient un plus
- > Intérêt pour l'ingénierie pour la santé et le travail en milieu pluridisciplinaire
- > Maîtrise d'outils numériques (simulations FEM)
- > Attrait pour l'expérimental
- > Dynamisme et autonomie
- > Bon niveau d'anglais à l'oral et à l'écrit

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. Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, il couvre les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique. L'IJL compte 170 chercheurs et enseignants-chercheurs, 90 personnels d'appui à la recherche, 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 situé sur le campus ARTEM à Nancy.

Pour plus d'informations sur l'Institut Jean Lamour : <https://ijl.univ-lorraine.fr/>

Modalités de candidature

Le dossier de candidature devra comprendre les éléments suivants :

- ✓ un CV à jour
- ✓ une lettre de motivation
- ✓ les coordonnées d'un référent
- ✓ les relevés de notes des 2 dernières années

Le dossier complet est à adresser à cecile.floer@univ-lorraine.fr et omar.elmazria@univ-lorraine.fr

February 2023

End-of-studies internship offer (4 to 6 months)

Surface acoustic waves devices to achieve a heating cycle for biomedical purposes

Keywords

Surface acoustic waves (SAW), Microfabrication, Microfluidic, Temperature, Biomedical

Scientific context

Lab on a Chip (LOC) platforms are one of the most promising approaches to address the important societal challenge of providing quality healthcare at an affordable cost for all by “doing more with less”. The scale reduction can lead to lower reagent volume consumption, massive parallelization of experiments, far more rapid outcomes, and better process control. From an industrial point of view, LOC platforms are generally linked to cost reductions and productivity improvements. From a user’s point of view, they are known for their ease of use and are thus suitable even at large scale for untrained users and staff.

Nowadays, in the context of the COVID-19 pandemic, LOC platforms have been developed to rapidly test large numbers of people in a relatively short time and thus overcome the key limitations of common laboratory tests. Currently, in most countries, the plan of massive testing, paired with contact tracing and isolation has been chosen. The two major detection techniques are:

- The detection of the virus’ genetic material by reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR or simply PCR) test.
- The detection of the viral antigens, known as a “rapid antigen” test.

In this context, the surface acoustic wave device (SAW device) could be used in LOC platforms to perform some essential lab steps for biomedical analysis. The SAW device has the advantage of being simple, portable with battery and has the ability to offer extremely large accelerations ($>10^8$ m/s²) in a microscale fluid. Indeed, the Rayleigh-SAW (R-SAW) transmits its energy in the form of longitudinal compression waves in the liquid which lead to rapid fluid flow, called acoustic streaming. Depending on the operating frequency and the power supply, the dynamics may exhibit control and rapid mixing, heating or motion.

Here, we aim to **develop a new structure of surface acoustic waves devices for biomedical applications**. More precisely, we will use Rayleigh waves to perform a complete temperature cycle which is necessary for the PCR reaction.

Missions / Activities

This multidisciplinary project will be an opportunity for you to contribute to the design, microfabrication and characterization of new SAW devices for biomedical applications thanks to advanced equipment at Institut Jean Lamour. This will be a formative experience during which you will be trained to different cleanroom microfabrication processes.

In this internship, you will be in charge of:

- > a bibliographic study on SAW-based devices for biomedical applications
- > manufacturing Rayleigh wave devices using cleanroom microfabrication techniques (dicing, sputtering, lithography, ion beam etching, etc.)
- > the device characterization with the network analyzer

- > the temperature characterization of the fluid with the thermal camera in order to achieve a complete PCR temperature cycle
- > the test of different electrode design and fluid viscosity in order to optimize the heating

Work environment

Period: 4 to 6 months starting in March 2023
Working place: Nancy, ARTEM campus
Remuneration: Bonus according to a set scale

More precisely, the internship will be carried out within the Micro and Nanosystems team (405) of the Nanomaterials, Electronics and Living department (N2EV).

The candidate will also have the opportunity **to work closely with the MADlab team from University of California San Diego**. Indeed, the project is part of an international collaboration.

This internship may also lead to a PhD thesis funding beginning in fall 2023.

Requested profile

- > Physics or materials science background (engineering school or university Master 2 level)
- > Microtechnologies or microfluidic knowledge would be a plus
- > Interest in health engineering and multidisciplinary work
- > Familiar with numerical tools (FEM simulations)
- > Interest for experimental work
- > Dynamism and autonomy
- > Good level in English (written and spoken)

About Institut Jean Lamour

The Institut Jean Lamour (IJL) is a joint research unit of the CNRS and the Université de Lorraine. Specialized in the science and material engineering, it covers the following fields: materials, metallurgy, plasmas, nanomaterials, electronics. The IJL has 170 researchers and teacher-researchers, 90 support staff, 150 PhD students and 25 post-docs. It collaborates with more than 150 industrial partners and its academic collaborations are distributed in more than 30 countries. Its huge instrumental park is spread over 4 sites and the main one is located on the ARTEM campus in Nancy.

More information available at: <https://ijl.univ-lorraine.fr/en>

Application procedure

Applications should include:

- ✓ an updated resume
- ✓ a cover letter
- ✓ contact information for a referrer
- ✓ transcripts from the last 2 years

Applications should be sent to cecile.floer@univ-lorraine.fr and omar.elmazria@univ-lorraine.fr