

[English version below](#)

Offre de post-doctorat (12 mois)

Capteur magnétique à base d'ondes élastiques de surface pour des applications biomédicales

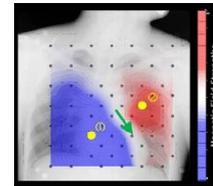
Mots clés

Simulations, Capteur, Champ magnétique, Microfabrication, Ondes élastiques de surface (SAW), Biomédical

Contexte scientifique de l'étude

Le champ magnétique fait partie intégrante de notre quotidien. A titre d'exemple, il intervient dans le domaine des transports avec le freinage magnétique, dans le secteur de l'automobile avec les parkings intelligents, dans l'électroménager avec les plaques à induction, dans le stockage des données avec les disques durs, ou encore dans le pôle de la santé avec la magnétoencéphalographie (MEG) et la magnétocardiographie (MCG). Ces méthodes ont d'ailleurs connu un essor considérable au cours de la dernière décennie. Elles nécessitent cependant le développement de dispositifs de mesure de champ magnétique de plus en plus sensibles, et ce, afin d'assurer un diagnostic clinique de qualité et de plus en plus précoce.

Comparativement aux méthodes ECG et EEG, les technologies MCG et MEG ne nécessitent pas de contact direct avec le corps humain. Une surveillance à long terme devient donc envisageable. L'intensité du champ magnétique à détecter se situe cependant aux alentours du nanotesla voire du picotesla. Le développement d'un capteur magnétique ultrasensible est donc un réel besoin. A cela s'ajoute un intérêt croissant pour les capteurs magnétiques potentiellement sans fil et sans batterie qui offrent une certaine liberté et un confort d'utilisation.

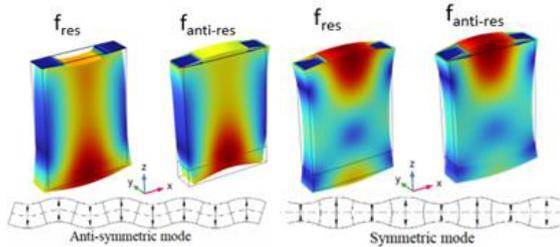


Distribution du champ magnétique cardiaque à l'aide d'un réseau de capteurs TDK [\[REF\]](#)

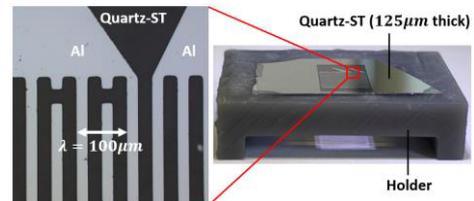
Dans ce contexte, la technologie des ondes élastiques de surface (SAW) prend tout son sens. Les capteurs SAW utilisent l'effet piézoélectrique inverse pour générer des ondes élastiques en surface des substrats piézoélectriques. Un changement de la vitesse de l'onde peut être induit par un paramètre extérieur, en particulier par une variation de champ magnétique, et se traduit par une variation de la fréquence du dispositif. Les ondes élastiques de type Rayleigh, se propagent en surface du substrat piézoélectrique et sont pareilles à des vagues, d'amplitude pico à nanométrique et de longueur d'onde micrométrique. Les ondes dites de Lamb sont un cas particulier lorsque le substrat piézoélectrique a une épaisseur de l'ordre de la longueur d'onde.

L'utilisation du principe SAW en guise de capteur de champ magnétique a déjà fait l'objet de nombreux travaux de recherche. Plus l'onde peut se propager dans le matériau magnétostrictif, meilleure est la sensibilité. Or, au meilleur de nos connaissances, les structures proposées actuellement dans la littérature ont un volume de matériau sensible relativement faible, d'autant plus que le dépôt de matériaux magnétostrictifs épais est un véritable défi.

Nous proposons ici de **développer une nouvelle structure de capteurs de champ magnétique à base d'ondes élastiques de surface pour des applications biomédicales**. Plus précisément, nous utiliserons le concept de structures multicouches associé à des substrats amincis afin de générer des ondes de Lamb. Ainsi, la déformation mécanique sera maximisée et une grande sensibilité (de l'ordre du nanotesla) pourra être obtenue.



Résultats de simulation d'une onde de Lamb dans une structure ultra-fine



Exemple d'un dispositif ultra-fin développé avec les techniques de micro-nano fabrication

Missions / Activités

Ce sujet s'inscrit dans le cadre d'une ANR JCJC TESLA et fait écho à une thèse de doctorat actuellement en cours sur le même sujet.

Vous serez en charge des simulations numériques (avec Comsol Multiphysics) pour prédire le comportement de différentes structures de capteur. Vous aurez également l'occasion de contribuer à la conception, microfabrication et caractérisation des nouveaux capteurs magnétiques grâce aux équipements de pointe de l'Institut Jean Lamour.

Dans le cadre de ce post-doctorat vous serez notamment amené à :

- > collaborer avec une doctorante sur cette thématique
- > participer à la fabrication en salle blanche des dispositifs à ondes de Lamb sur des substrats innovants
- > réaliser les simulations numériques (méthode FEM 2 ou 3D) des différents empilements et structures envisagés

Contexte de travail

Durée : 12 mois à partir d'octobre 2024

Lieu de travail : Nancy, campus Artem

Rémunération : 49k€ (renouvellement possible)

Plus précisément, le post-doctorat sera réalisé au sein de l'équipe Micro et Nanosystèmes (405) du département Nanomatériaux Electronique Et Vivant (N2EV) et en étroite collaboration avec l'équipe Nanomagnétisme et Electronique de Spin (101) du département Physique de la Matière et des Matériaux (P2M), notamment pour les dépôts de couches minces magnétiques et pour les caractérisations sous

Profil recherché

- > **Doctorat en physique ou science des matériaux**
- > Compétences de base en magnétisme, électronique et microtechnologies
- > Maîtrise d'outils numériques (simulations Comsol Multiphysics)
- > 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.

Modalités de candidature

Les candidatures (**CV + lettre de motivation + 2 contacts de référence**) sont à adresser à : cecile.floer@univ-lorraine.fr et omar.elmazria@univ-lorraine.fr