

Proposition de thèse sous convention CIFRE – FEMTO-ST / AR Electronique

Sujet :	Composants à ondes élastiques de surface pour modules de filtrage compacts à haute densité dédiés aux radiocommunications sécurisées
Période :	2020-2023
<p>Contexte des travaux :</p> <p>Les filtres à ondes élastiques de surface sont employés pour le traitement des signaux d'antenne dans la plupart des systèmes radio communicants. Ils sont appréciés pour leur compacité et la qualité de la fonction spectrale qu'ils réalisent. L'augmentation du nombre de canaux de fréquences, tirée en grande partie par la téléphonie mobile et les objets connectés « grand public », oblige les fabricants à intégrer et combiner de plus en plus de filtres et fonctions dans un encombrement de plus en plus réduit. Des besoins similaires sont exprimés sur des équipements spécifiques évoluant dans des environnements sévères (température, vibrations, radiations, <i>etc.</i>). Dans de telles conditions de fonctionnement, la densité de puissance et la chaleur accumulée deviennent des facteurs affectant directement la durée de vie des filtres, même pour des signaux incidents de puissances inférieures à 20 dBm. Pour le concepteur de ces filtres, il est nécessaire de maîtriser les savoir-faire permettant de garantir leur conformité tout au long de leur durée de vie dans de telles conditions.</p> <p>Afin d'étendre nos connaissances sur ce sujet et de consolider notre savoir-faire, nous proposons une étude qui sera menée sous la forme d'une thèse CIFRE entre l'Institut FEMTO-ST et la société AR Electronique, tous deux établis à Besançon. Le sujet consistera en premier lieu à étudier le comportement de filtres à ondes élastiques de surface dans un environnement représentatif des conditions de fonctionnement d'un module de traitement du signal multivoies, en particulier l'augmentation de la densité de puissance, la chaleur générée par auto-échauffement et leur impact sur la durée de vie et la qualité de fonctionnement du dispositif dans le temps. Pour ce faire, le candidat se familiarisera avec les composants à ondes de surface et à leur fonction de filtrage des signaux. Il appréhendera la problématique de leur mise en œuvre dans des encombrements réduits en conditions opérationnelles. Pour cela, il mettra en œuvre des véhicules de tests existants et effectuera les caractérisations nécessaires pour suivre l'évolution de leur qualité dans le temps. À partir de ces analyses préliminaires, le candidat proposera différentes approches pour rendre les filtres compatibles avec leur environnement et exigences en termes de compacité et de durée de vie. Il mettra des solutions en œuvre et évaluera leurs forces et leurs faiblesses en tenant compte des contraintes d'industrialisation à moyen termes. Il disposera pour cela des savoir-faire conjoints du laboratoire et de la société portant cette thèse, de leurs outils de simulation respectifs, des moyens de fabrication et de caractérisation disponibles au sein de la centrale de technologie MIMENTO.</p>	
<p>Nous recherchons un candidat :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ayant un Bac +5 : Master ou Diplôme d'ingénieur révolu • Motivé par le travail de recherche et de développement • Capable de travailler en équipe • Ayant une formation de salle-blanche (apprécié) • Ayant des notions d'électronique radiofréquence (apprécié) 	
<p>Environnement de travail :</p> <p>La thèse se déroulera dans le cadre d'une convention CIFRE entre la société AR Electronique à Besançon et l'Institut FEMTO-ST. Elle sera hébergée pour partie au sein du département Temps-Fréquence de l'Institut FEMTO-ST dans une équipe spécialisée dans les systèmes et dispositifs à base d'ondes élastiques et dans le département de R&D SAW dédié aux dispositifs à ondes de surface de la société AR Electronique. L'étudiant</p>	

bénéficiera ainsi des connaissances en électronique radiofréquence, en physique des dispositifs à ondes élastiques, en technologie de micro-fabrication et d'encapsulation ainsi que leur caractérisation.

Présentation de l'Institut FEMTO-ST : L'Institut FEMTO-ST (Franche-Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies) est une Unité Mixte de Recherche associée au CNRS (UMR 6174) et rattachée simultanément à l'Université de Franche-Comté (UFC), l'Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et de Microtechniques (ENSMM), et l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM). FEMTO-ST a été créé le premier janvier 2004 par la fusion de 5 laboratoires de Franche-Comté actifs dans les domaines de la mécanique, de l'optique et des télécommunications, de l'électronique, du temps-fréquences, de l'énergétique et de la fluidique. En 2008, de nouvelles thématiques et donc de nouvelles équipes intègrent l'Institut. Elles viennent compléter ou renforcer le panel déjà riche de FEMTO-ST dans les domaines de l'automatique et de la micro-robotique, des matériaux et surfaces et des nouvelles sources d'énergie. En 2012, l'Institut élargit encore ses compétences et s'enrichit d'un nouveau département de recherche "Informatique des Systèmes Complexes". Au sein du CNRS, l'Institut FEMTO-ST est rattaché à l'INstitut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS). Il regroupe des compétences variées et complémentaires, et cultive la pluridisciplinarité, le souci de l'excellence scientifique et de l'innovation. L'effectif total de FEMTO-ST est aujourd'hui d'environ 700 personnes dont 325 permanents (230 chercheurs ou enseignants chercheurs et 95 ingénieurs, techniciens et administratifs). Les recherches sont conduites avec l'aide de 225 doctorants qui reçoivent ainsi une formation de haut niveau par la recherche.

Lors de ses séjours au Laboratoire, le doctorant recruté dans le cadre de cette thèse sera accueilli au Département Temps-Fréquence de l'Institut FEMTO-ST et y mènera ses recherches au sein de l'équipe CoSyMA (Composants et Systèmes Micro-Acoustiques). Aux côtés des deux autres équipes du département expertes dans la métrologie du temps et des fréquences et la caractérisation des matériaux piézoélectriques, l'équipe CoSyMA, créée en 2008, a rapidement acquis une position internationale forte dans les composants piézoélectriques à ondes de surface ou de volume pour les applications sources de fréquences, filtres et capteurs. L'activité de CoSyMA englobe l'ensemble des métiers nécessaires pour répondre aux besoins de recherche de ces applications. Ainsi, les compétences et savoir-faire requis couvrent-ils la modélisation acoustique, la réalisation de démonstrateurs, avec les technologies de salle blanche disponibles à la centrale de technologie MIMENTO du réseau RENATECH, la caractérisation des composants passifs RF et l'électronique nécessaire aux applications, tant pour la mise en oscillation des résonateurs à la base des sources RF, que pour l'interrogation à distance ou l'identification de capteurs. L'ensemble de l'activité de l'équipe est fortement orientée vers la recherche partenariale et les composants à ondes élastiques de surface (Surface Acoustique Waves, ou SAW) y occupent une place centrale. Comptant 6,3 ETPR (Équivalent Temps-Plein Recherche) CoSyMA a produit plus de 81 publications dans des revues de rang A (ACLI), 4 brevets, 11 thèses, 53 communications depuis 2015.

Présentation de la société AR Electronique : Créée en 1989 à Besançon, la Société a démarré ses activités en réalisant des équipements de mesures, en collaboration avec le laboratoire LPMO (Laboratoire de Physique et Métrologie des Oscillateurs). Dès 1991, AR Electronique développe ses premiers produits (oscillateurs à quartz) destinés aux applications de télédiffusion et communications. En 1996, la Société lance sa propre filière d'étude et de fabrication de résonateurs à quartz. Ses savoir-faire dans ce domaine, tels que la maîtrise de la mise en œuvre de résonateurs à quartz à très faible sensibilité accélérométrique, vont lui permettre d'aborder les marchés de la défense et de l'aéronautique civile et militaire : radiocommunications, radionavigation, applications radars et électronique embarquée. La gamme de produits s'étend progressivement à l'ensemble des familles d'oscillateurs à ondes de volume, ainsi qu'aux filtres piézoélectriques, puis également aux systèmes, intégrant oscillateurs, filtres, étages de multiplication, boucles d'asservissement. Destinés à des applications de pointe, ces produits et équipements présentent de hauts

niveaux de performances sous conditions d'utilisation sévères. Au cours des dernières années, AR Electronique s'est engagée dans le segment spatial. Les premiers projets sont en cours et les premiers modèles de vol ont été livrés en 2015. Dans le même temps, pour répondre à l'évolution des besoins de ses clients, AR Electronique a depuis 2011 lancé des travaux de recherche et de développement sur des produits exploitant les ondes élastiques de surface (filtres, résonateurs, sources de fréquence). La société dispose aujourd'hui d'une unité d'étude dédiée à cette typologie de produits sur lesquels elle entend devenir un acteur majeur des marchés de l'aéronautique, du spatial et de la défense. AR Electronique compte aujourd'hui 45 collaborateurs, dont 14 ingénieurs et 14 techniciens supérieurs. Installée dans des locaux de 1800 m², la société dispose de tous les moyens de développement et fabrication de résonateurs, d'études et de production électronique, ainsi que de métrologie temps-fréquence et d'essais sous environnement (température, vibrations, pression, *etc*). Société française totalement indépendante, AR Electronique est aujourd'hui un acteur majeur dans le domaine temps-fréquences. Son chiffre d'affaires repose sur la commercialisation de ses produits propres uniquement, en France et à l'étranger (export > 80 %). AR Electronique consacre une part importante de son activité aux programmes d'études et développement (autofinancement) et investit régulièrement dans de nouveaux moyens et équipements.

Candidature :

Envoyer une lettre de motivation, un CV détaillé et les relevés de notes des 2 dernières années par email aux contacts indiqués ci-dessous. Une lettre de recommandation est appréciée.

Contacts :	Thomas Baron	thomas.baron@femto-st.fr	03 81 40 28 96
	Loïc Braun	loic.braun@ar-e.com	03 81 88 66 77