

## **ECOLE DOCTORALE EEATS**

**Electronique, Electrotechnique, Automatique, Traitement du Signal**

### **Proposition de sujet de thèse à pourvoir avec un contrat doctoral Pour l'année 2025-2026**

(\* information à renseigner obligatoirement)

**Titre de la thèse\*** : Design de guides d'ondes millimétriques dans un milieu poreux pour la réalisation de capteurs biomédicaux à détection électrique

**Spécialité de la thèse\*** : OR

**Laboratoire d'accueil\*** : CROMA et Université catholique de Louvain

**Date de début de la thèse\*** : 01/10/2025

**Date limite de candidature\*** : 30/05/2025 à 23h59

\*\*\*\*\*

**Direction de thèse\*** : VUONG Tan Phu, [tan-phu.vuong@grenoble-inp.fr](mailto:tan-phu.vuong@grenoble-inp.fr), 50%,  
DHREAMS/CROMA

**Co-encadrants éventuels\*** : RASKIN Jean-Pierre, [jean-pierre.raskin@uclouvain.be](mailto:jean-pierre.raskin@uclouvain.be), 50%,  
UCLouvain

\*\*\*\*\*

### **Contexte et thématique de recherche :**

*Décrire le contexte de cette recherche au sein du laboratoire, de la communauté nationale et internationale.*

*Préciser s'il s'agit d'une thèse exploratrice ou d'une thèse qui se situe dans la suite d'autres thèses. Le cas échéant, donner leurs références.*

**Ce travail de s'inscrira dans le cadre d'une convention de cotutelle entre l'Université catholique de Louvain et l'Université Grenoble Alpes.**

**L'équipe DHREAMS de CROMA – UGA possède des compétences dans le domaine de conception des circuits passifs guidés à travers des plusieurs collaborations internationales et de nombreux publications de rang A dans cette thématique. L'Université catholique de Louvain possède les technologies de microfabrication de dispositifs intégrés incluant des milieux poreux et les équipements pour caractériser les dispositifs RF jusqu'à 300 GHz. Cette proposition de thèse permettra de développer une première collaboration entre deux équipes. Elle visera de concevoir des nouveaux capteurs biomédicaux à détection électrique en utilisant les nouvelles structures guides d'ondes intégrés en milieu poreux.**

## Description de la problématique de recherche :

*Décrire en une page la problématique de recherche et les principaux axes de travail envisagés.*

**Les dispositifs de diagnostic biomédical de type point-of-care (POC), tels que les autotests rapides pour la Covid-19, ont connu une forte croissance ces dernières années en raison de leur simplicité, de leur rapidité et de leur coût modéré. Ces capteurs reposent en grande majorité sur le principe des tests immunochromatographiques, également appelés lateral flow assays (LFA), où l'analyte migre passivement à travers un substrat poreux (généralement en nitrocellulose ou en silicium poreux), jusqu'à une zone de test fonctionnalisée par des biorécepteurs.**

**Dans les dispositifs LFA classiques, la détection repose sur un signal optique, basé sur le phénomène de résonance plasmonique localisée générée par des nanoparticules d'or, marquant la présence de l'analyte. Si cette méthode est simple et visuellement interprétable, elle reste cependant qualitative ou semi-quantitative, ce qui limite son utilité dans des contextes nécessitant une mesure fine de la concentration de biomarqueurs.**

## Objectifs de la thèse :

*Préciser quelques objectifs à court et moyen termes notamment en termes de valorisation.*

**L'objectif principal de cette thèse est de concevoir une nouvelle génération de capteurs POC quantitatifs, en remplaçant le système de lecture optique par une mesure électrique haute fréquence, via la mise en œuvre de guides d'ondes millimétriques intégrés dans un milieu poreux.**

**Plus précisément, la thèse vise à :**

- **Concevoir et dimensionner un guide d'onde électromagnétique capable de détecter avec précision la présence de nanobilles d'or marquées sur la ligne de test. Des nanobilles ferromagnétiques pourraient également être d'intérêt comme biomarqueur vu leur impact sur le champ électromagnétique local;**
- **Étudier et sélectionner le matériau poreux optimal (nitrocellulose, silicium poreux, etc.) en termes de compatibilité électromagnétique (conductivité, permittivité, etc.) et microfluidique (microstructure, taille des pores, taux de porosité, nature physico-chimique des surfaces, etc.);**
- **Concevoir la transition adéquate entre le canal microfluidique/guide d'ondes et les instruments de mesure comme l'analyseur vectoriel de réseau (VNA) pour des mesures haute fréquence;**
- **Corréler les mesures des paramètres  $S$  ( $S_{11}$ ,  $S_{21}$ ...) avec la concentration d'analyte présente sur la ligne de test.**

## Conditions scientifiques, matérielles et financières du projet de recherche :

*Décrire le plus fidèlement possible les moyens technologiques et logiciels mis à disposition du doctorant.*

*Pour rappel : le montant brut des contrats doctoraux à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2025 est de 2100€.*

*Un doctorant contractuel peut consacrer 1/6 de son temps de travail annuel à une autre activité rémunérée tels que l'enseignement ou l'expertise.*

*Remboursement partiel des titres de transports (domicile-travail) par l'employeur UGA*

### **La méthodologie suivra les étapes suivantes :**

- **Choix du substrat : Analyse des propriétés diélectriques, microstructurales et capillaires des matériaux poreux disponibles. Ce choix conditionne l'efficacité de la propagation de l'onde électromagnétique aux fréquences millimétriques, de l'écoulement de l'analyte à tester le long du guide d'ondes qui est également le canal microfluidique et l'interaction avec les nanobilles.**

- **Conception électromagnétique : Utilisation de logiciels de simulation électromagnétique (ADS, HFSS, CST) pour modéliser le comportement du guide d'ondes dans le substrat choisi. Étude de la transition d'impédance et du couplage avec l'instrumentation de mesure.**

- **Fabrication en salle blanche à l'UCLouvain : Réalisation des prototypes de guides d'ondes intégrés dans des substrats poreux, avec contrôle de la fonctionnalisation biologique de la ligne de test.**

- **Caractérisation expérimentale à l'UCLouvain et l'UGA : Mesures avec un VNA pour évaluer les variations des paramètres  $S$  jusqu'à 300 GHz en fonction de la concentration de nanobilles. Les données seront croisées avec des mesures optiques de référence.**

- **Analyse et modélisation des résultats : Affinement des modèles électromagnétiques pour interpréter les résultats expérimentaux et proposer un modèle prédictif de concentration.**

**Le CROMA –UGA et l'Université catholique de Louvain mettront à disposition du doctorant leurs logiciels (CST, HFSS, ADS), la technologie du milieu poreux et les moyens de caractérisation (VNA, Générateur, Analyseur de spectres,...) pour réaliser cette étude.**

## Collaborations envisagées :

*Si la thèse se déroule dans le cadre d'un projet de recherche (national, régional ou européen), rappeler les principaux partenaires.*

*Citer d'autres collaborations informelles, notamment avec un établissement étranger, et préciser que des aides à la mobilité internationale peuvent être demandées auprès de l'UGA.*

**Cette thèse sera en cotutelle en quatre ans entre l'Université catholique de Louvain et l'Université Grenoble Alpes. Un complément de bourse d'une durée de deux ans est prévu par l'Université catholique de Louvain pour réaliser cette thèse en 4 ans.**

**Une demande des aides à la mobilité internationale sera demandée auprès de l'UGA pour aider la période de mobilité en Belgique.**

## Profils et Compétences recherchés :

*Spécialités des Master : Disciplines principales et secondaires*

*Stage de recherche déjà réalisé ou en cours ?*

*Compétences informatiques*

*Capacités rédactionnelles*

*Niveau d'anglais technique ou conversationnel*

**Master 2R ou Ingénieur en Radiofréquence et/ou Microélectronique**

**Un stage réalisé ou en cours dans le domaine de Radiofréquence et/ou Millimétrique est souhaitable**

**Compétences en conception des circuits passifs RF et Millimétrique, Maitriser les logiciels de conceptions (CST, HFSS, ADS, Matlab,...), Maitriser les équipements de caractérisation RF et Millimétrique (VNA, Analyseur de spectres, générateur,...), Les connaissances de salle blanche est souhaitable**

**Bonnes apacités rédactionnelles des documents scientifiques (rapports, articles scientifiques, ...)**

**La Capacité de faire les présentations en anglais est nécessaire**

## Pour plus amples informations sur le sujet :

*Lectures recommandées, Références bibliographiques, Url de sites laboratoires, projets ANR, EU, etc.*

**Shiqi Ma; Massinissa Nabet; Romain Hanus; Jean-Pierre Raskin; Laurent A. Francis; Dimitri Lederer « Towards Porous Si THz Planar Waveguides in Ultra-Low-Resistivity Substrates », 2024 15th Global Symposium on Millimeter-Waves & Terahertz (GSMM), DOI: [10.1109/GSMM61775.2024.10553004](https://doi.org/10.1109/GSMM61775.2024.10553004).**

**[Frédéric Parment](#); [Anthony Ghiotto](#); [Tan-Phu Vuong](#); [Ludovic Carpentier](#); Ke Wu, « Substrate integrated suspended line to air-filled SIW transition for high-performance millimeter-wave multilayer integration », 2017 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS)**

**[David Martín-Sánchez](#); [Todora Angelova](#); [Jaime García-Rupérez](#), « Simultaneous Refractive Index Sensing Using an Array of Suspended Porous Silicon Membranes », EEE SENSORSJOURNAL, VOL. 20, NO. 15, AUGUST 1, 2020.**

**[Anatoliy Oksanych](#); [Serhey Prytchyn](#); [Maksim Kohdas](#); [Oleksiy Prytchyn](#); [Vyacheslav Sytnik](#); [Oksana Donskykh](#), "Study of Adsorption of Porous Silicon to Methane and Hydrogen", 2024 IEEE 42nd International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO).**

**Contact :**

*La candidature se fait en ligne via le lien suivant :*

<https://www.adum.fr/script/candidature/index.pl?site=edeeats>

*Pour toute question supplémentaire concernant cette proposition :*

*Contact : Nom, Email, adresse et éventuellement numéro de téléphone*

**VUONG Tan Phu, [tan-phu.vuong@grenoble-inp.fr](mailto:tan-phu.vuong@grenoble-inp.fr)**

**RASKIN Jean-Pierre, [jean-pierre.raskin@uclouvain.be](mailto:jean-pierre.raskin@uclouvain.be)**