

Capteurs de gaz résonnants à base de MOF

1) Contexte & objectifs :

Ce sujet de stage s'inscrit dans le cadre de travaux menés entre les laboratoires LMGP et TIMA sur la conception, la fabrication et la caractérisation de nouveaux capteurs de gaz résonnants.

Il fait suite à la thèse de M. Akbari [1,2,3], qui portait sur la conception et la fabrication de micro-capteurs à base de couches sensibles de MOF (metal-organic frameworks) déposées de façon conforme sur des structures MEMS de type cantilever.

Cette thèse a permis de mettre en avant les atouts de cette démarche qui combine les propriétés physico-chimiques et structurales remarquables des couches ultraminces de MOF et les performances des capteurs résonnants.

Nous souhaitons explorer durant ce travail de stage la possibilité de déposer de façon localisée des couches de MOF sur des MEMS en silicium cristallin à transduction piézoélectriques (PiezoMEMS) que nous avons déjà conçus et fabriqués. Pour cela, deux méthodes seront explorées au cours du stage : (i) Spatial Atomic Layer Deposition (SALD) en utilisant des approches traditionnelles de dépôt sélectif ou des approches développées par le LMGP [4,5] et (ii) l'impression capillaire (NAZCA), technologie très récente permettant l'impression à partir de très petits volumes et permettant d'atteindre des résolutions de lignes inférieures au micromètre. Les matériaux déposés seront caractérisés par les techniques standard présentes au laboratoire.

Pour connaître l'impact du dépôt localisé de MOF, il sera nécessaire :

- d'effectuer des caractérisations électromécaniques des MEMS nus (TIMA) afin d'identifier les modes propres de vibration des structures de type poutre encastrée-libre et encastrée-encastrée,
- de déposer de façon localisés des MOF (LMGP),
- d'évaluer l'influence des dépôts sur les caractéristiques électromécaniques des capteurs (TIMA & LMGP).

En fonction de l'avancement du stage, il sera possible d'effectuer des caractérisations des capteurs avec un banc de gaz dédié (Humidité, Acétone, etc.) (TIMA&LMGP).

Ce stage se déroulera entre les laboratoires TIMA et LMGP de la Fédération des Micro Nanotechnologies. Les laboratoires mettront à disposition les moyens de caractérisations électromécaniques et les moyens de dépôt MOF (SALD, NAZCA) afin de réaliser ces capteurs.

2) Informations :

- Niveau : Master 2 ou école d'ingénieur
- Durée du stage : 6 mois
- Compétences : sciences des matériaux, connaissances des capteurs, des MEMS, caractérisations électriques et connaissance des couches minces et nanotechnologie, maîtrise de l'anglais et aptitude à travailler en équipe

3) Responsables :

Au LMGP :

D. Muñoz-Rojas david.munoz-rojas@grenoble-inp.fr,

C. Ternon, Celine.Ternon@grenoble-inp.fr,

Au TIMA :

S. Basrour, Skandar.Basrour@univ-grenoble-alpes.fr

4) Références :

[1] Open air fabrication of oxide-based cantilever gas sensors. Masoud Akbari PhD UGA – 2023

[2] Gas phase growth of metal-organic frameworks on microcantilevers for highly sensitive detection of volatile organic compounds. M. Akbari et al [APL Materials, 2024,12, 061119](#).

[3] NEMS generated electromechanical frequency combs. S. Rahmian et al *Microsystemes & nanoengineering* 2025, 11, Article number: 8

[4] C. Masse et al., *Coatings*, 2018, 9(5), 5.

[5] C. Masse et al.. *Advanced Materials Technologies*, 2020, 5 (12), 2000657.