

Titre : Mesures impédancemétriques pour capteur de pollution de l'eau - modèles pour déterminer les caractéristiques fréquentielles de polluants.

Mots-clés : Caractérisation HF, dispositifs biomédicaux, Biocapteur, spectroscopie d'impédance, pollution environnementale

Laboratoire :

- Institut de Microélectronique, Electromagnétisme et Photonique Laboratoire d'Hyperfréquences et Caractérisation (IMEP-LaHC, GINP-CNRS-UGA-USMB)

<http://imep-lahc.grenoble-inp.fr>

Minatec – Grenoble, 3, parvis Louis Néel, BP 257

38 016 GRENOBLE CEDEX 1

- Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble

Bâtiment GreEn-ER, 21 avenue des martyrs, CS 90624

38031 GRENOBLE CEDEX 1

Encadrants académiques :

XAVIER Pascal, Pascal.xavier1@grenoble-inp.fr, 04.56.52.95.69

GHIBAUDO Elise, elise.ghibaudo@univ-grenoble-alpes.fr, 04.56.52.95.31

GIMENO Leticia, leticia.gimeno-monge@g2elab.grenoble-inp.fr,

RICO Antoine, antoine.rico@grenoble-inp.fr, 04.56.52.94.89

Profil du candidat : Bac+5 ou Master en électronique, si possible avec une coloration en ingénierie biomédicale ou biophysique.

1. Contexte scientifique

La détection rapide de polluant dans l'eau peut permettre d'anticiper des catastrophes environnementales. Dans un contexte d'urgence climatique comme le nôtre, la surveillance des eaux est primordiale.

Les biocapteurs alliant cellule et impédancemétrie sont des solutions élégantes pour détecter globalement un incident chimique. Ils présentent des avantages par rapport aux capteurs enzymatiques ou d'ADN comme une grande stabilité, des exigences de purification réduites et un faible coût de préparation.

Avec ces objectifs, les laboratoires IMEP-LaHC et G2Elab ont démarré une collaboration avec des laboratoires français spécialistes de l'environnement, de la biochimie et des biocapteurs, pour développer un capteur de pollution de l'eau alliant plusieurs types de mesure. Dans ce projet, les deux laboratoires sont en charge de la conception d'un prototype de capteur basé sur de la spectroscopie d'impédance. Le concept du capteur consistera à utiliser des bactéries comme indicateur de pollution. Il s'agira de détecter les variations d'impédance de solutions bactériennes mises en contact de polluant. Une étape intermédiaire consiste à déterminer le comportement diélectrique fréquentiel de polluants.

2. Objectifs du stage

L'objectif précis du stage est ainsi de caractériser la réponse électromagnétique (impédance, conductivité, permittivité, plage de dispersion) de polluants dilués dans de l'eau. Cette étape de caractérisation est en effet indispensable pour interpréter et discriminer les réponses du capteur en présence d'une solution aqueuse polluée incluant les bactéries.

Le co-encadrement du stage sera réalisé par le doctorant dont le sujet de thèses porte sur la conception du capteur de pollution. Il sera secondé par les trois chercheurs permanents impliqués dans le projet et qui viendront apporter leur expertise scientifique respective.

Tout au long du stage, le/la candidat.e sera formé.e par ses encadrants et l'équipe technique de l'IMEP-LaHC aux notions théoriques de la spectroscopie d'impédance et aux techniques de conception, réalisation et caractérisations électriques nécessaire à la réalisation du projet.

3. Déroulement du stage

Le stage démarrera par une recherche bibliographique qui devra permettre de déterminer un polluant à tester. Ce polluant devra être présenté un risque chimique faible, compatible avec une manipulation dans un laboratoire de physique appliquée. Le comportement électromagnétique du polluant devra être suffisamment simple pour pouvoir être facilement interprété et décorrélé dans une mesure de spectrométrie diélectrique.

Une fois le polluant déterminé, il s'agira de réaliser des mesures de spectrométrie diélectrique avec un premier prototype de capteur déjà réalisé au laboratoire. Le système pourra être étalonné avec une méthode impédancemétrique sur PCB via le prototype fourni. On se basera sur des résultats préalablement observés par le doctorant avec ce même prototype sur des solutions salines. A noter que, de façon générale, les polluants testés seront tous conformes aux normes de sécurité en vigueur dans le laboratoire.

Au vu de ces premiers résultats, il s'agira ensuite d'optimiser le modèle et le design des électrodes du prototype pour l'adapter au mieux aux caractéristiques du polluant. Selon ses envies, le.a candidat.e pourra ensuite s'orienter vers le dimensionnement d'électrodes optimisées pour un polluant spécifique ou alors comparer des réponses fréquentielles (plage de dispersion, conductivité, permittivité) de plusieurs polluants obtenues avec le prototype déjà en place.

Selon les motivations et les résultats obtenus, une dernière tâche est envisagée avec la programmation en Python de traitement du signal orienté impédance.

4. Références

Shokoufeh Hassani, Saeideh Momtaz, Faezeh Vakhshiteh, Armin Salek Maghsoudi, Mo-hammad Reza Ganjali, Parviz Norouzi, and Mohammad Abdollahi. *Biosensors and their applications in detection of organophosphorus pesticides in the environment. Archives of toxicology*, 91(1):109–130, 2017.2

Ejeian F, Etedali P, Mansouri-Tehrani H-A, Soozanipour A, Low Z-X, Asadnia M, et al. *Biosensors for wastewater monitoring: A review. Biosensors and Bioelectronics*. 2018 Oct 30; 118:66–79. 9.

Yang Y, Liu Y, Chen Y, Wang Y, Shao P, Liu R, et al. *A portable instrument for monitoring acute water toxicity based on mediated electrochemical biosensor: Design, testing and evaluation. Chemosphere*. 2020 Sep; 255:126964.