

## Research Internship 2021/2022

### **Entreprise/Laboratoire : SAIREM & G2Elab**

**Address:** SAIREM 82 rue Elisée Reclus ; 69150 Décines-Charpieu et

G2Elab: 21 avenue des martyrs 38031 Grenoble.

**Contacts:** Philippe BENECH (G2Elab), Jean-Marc DUCHAMP (G2Elab), Victor GUILLOT (SAIREM)

**E-mails :** [philippe.benech@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:philippe.benech@univ-grenoble-alpes.fr), [jean-marc.duchamp@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:jean-marc.duchamp@univ-grenoble-alpes.fr), [VGUILLOT@sairem.com](mailto:VGUILLOT@sairem.com)

### **Etude et mesures en vue de l'élaboration d'un modèle de magnétron**

#### **Contexte et objectifs :**

Les énergies micro-ondes et radiofréquences sont utilisées par l'industrie agro-alimentaire depuis les années 1970 pour la cuisson ou décongélation des produits surgelés. Les progrès récents ont ouvert de nouvelles applications dans le domaine agro-alimentaires pour la pasteurisation, la désinsectisation, mais aussi dans le dépôt de couches minces, la nitruration, la microélectronique, l'optique. Aujourd'hui, SAIREM est l'une des rares entreprises à maîtriser les solutions micro-ondes basées sur des magnétrons de puissance industriels pour ces applications. Le magnétron est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique des électrons en énergie électromagnétique, sous forme de micro-onde. Il s'agit d'un tube à vide où les électrons émis par un filament (qui fait office de cathode) sont accélérés vers une anode (grâce à une tension électrique de plusieurs kV) tout en étant déviés par un champ magnétique (aimants permanents) suivants ainsi en une trajectoire en spirale. L'interaction entre le faisceau d'électrons et la géométrie de l'anode (qui contient des cavités mécaniques) induit la génération d'une onde électromagnétique de fréquence de plusieurs centaines de MHz à plusieurs GHz. Pour être alimenté correctement ce magnétron nécessite un convertisseur d'énergie électrique. Certaines applications requièrent plusieurs heures de fonctionnement sans discontinuité (voire plusieurs jours) de cet ensemble convertisseur-magnétron. Le problème est que le magnétron et plus particulièrement le filament sont des parties qui subissent des aléas dus à plusieurs paramètres encore mal définis (leur temps de fonctionnement, leur conditions de fonctionnement,...).

Vous souhaitez allier une expérience au sein d'une société de haute technologie et une expérience en laboratoire de recherche ? En lien avec le Laboratoire G2Elab notre société recherche un Stagiaire en Mesures Physiques et Radiofréquences afin de mener une étude d'instrumentation d'un tube électromagnétique de puissance : un magnétron, pour établir son modèle.

### **Déroulement et étapes clés :**

Après une étape de familiarisation avec le sujet au travers d'une sélection de quelques articles<sup>1,2</sup> et des premières données issues de mesures, le stagiaire devra apporter son aide pour récupérer et formaliser les données issues des utilisateurs dans un premier temps. Puis préparer et réaliser une campagne de mesures sur magnétrons chez SAIREM, analyser les résultats expertiser et préparer les essais au G2elab et participer aux analyses électriques et physico-chimiques (Microscope électronique,...) de 1 à 2 magnétrons neufs et plusieurs usagés pour identifier les paramètres pouvant décrire au mieux ses aléa de fonctionnement.

### **Les missions que nous proposons :**

Durant ce temps partagé entre notre société et le laboratoire G2Elab, vous serez amené à organiser une campagne d'instrumentation pluridisciplinaire et à réaliser une partie des mesures .Les mesures seront choisies et obtenues dans le but d'établir un modèle mathématique selon un objectif prédéfini. Pour cela, vous devrez notamment :

En entreprise (basée près de Lyon) :

- Définition des systèmes d'instrumentation sur site et hors site (collaboration à la synthèse du CDC à partir des retours d'expériences et de l'analyse bibliographique, schéma, conception assistée par ordinateur (CAO) ou spécifications associées en mécanique/électronique/logiciel, procédures, aide aux achats externes)
- Validation des systèmes d'instrumentation
- Mesures sur site et accompagnement de la mesure hors site

En laboratoire (basé à Grenoble) :

- Recherche et synthèse bibliographique
- Mesures électriques BF et RF (par analyseur d'impédance et vectoriel de réseau..)
- Analyse physique de matériaux (par analyse optique, MEB..)

### **Ce que vous pouvez nous apporter :**

- Des connaissances en mesures physiques
- Des notions en génie électrique : matériaux et systèmes, radiofréquence(RF)
- Des connaissances en CAO électronique et/ou mécanique sont un plus
- De la curiosité
- De la rigueur
- Un esprit d'analyse et de synthèse

---

<sup>1</sup> K. Hirayama, T. Mitani, N. Shinohara, K. Kawata and N. Kuwahara, "3D particle-in-cell simulation on efficiency and back-bombardment of an oven magnetron," *2016 IEEE International Vacuum Electronics Conference (IVEC)*, Monterey, CA, 2016, pp. 1-2

<sup>2</sup> N. Kuwahara, T. Ishii, K. Hirayama, T. Mitani, N. Shinohara "Low-Noise, High-Efficiency and High-Quality Magnetron for Microwave Oven" AMPERE Newsletter Issue 95 March 12, 2018