

Master 2 – Matériaux : Elaboration, Caractérisation et Traitements de Surface Mention "Sciences et Génie des Matériaux"

Proposition de sujet de Stage – Année 2025-2026

Entreprise / Laboratoire et équipe :

CIRIMAT (Toulouse) / LGP (Tarbes)

Titre du sujet :

Densification de condensateurs oxyde-métal pour l'électronique de puissance dans le domaine du transport par *Cold Sintering Process*

Coordonnées des encadrants du stage :

co-encadrant n° 1	co-encadrant n° 2
HERISSON DE BEAUVOIR Thomas thomas.herisson-de-beauvoir@utoulouse.fr	VIDAL Paul-Etienne paul-etienne.vidal@uttop.fr

Présentation du sujet de stage :

La nécessité de réduire les gaz à effet de serre incite tous les constructeurs à supprimer les systèmes thermiques polluants et se diriger vers des systèmes plus électriques. **Dans des applications de transports, les systèmes d'électronique de puissance** constituent le cœur de **la conversion de l'énergie électrique**. L'efficacité de conversion, mais également le poids et la compacité des systèmes de conversion sont des enjeux majeurs en vue de **l'électrification des moyens de transports**.

L'application visée dans le cadre de ce projet est la **conversion d'énergie dans des systèmes embarqués**, et plus particulièrement la mise en œuvre de **modules de puissance**. Les développements actuels s'appuient sur l'intégration de nouveaux semi-conducteurs à matériau SiC par exemple, ainsi que l'optimisation des chemins électriques et thermiques en intégrant des condensateurs de découplage à l'intérieur des assemblages des modules de puissance. Pour aller plus loin, nous souhaitons que ces **condensateurs soient utilisés directement comme substrat d'accueil des semi-conducteurs de puissance**. Cela requiert de repenser de manière globale la conception des modules, en allant de la **préparation des matériaux céramiques directement avec une couche de métallisation**, de la caractérisation fine de leurs propriétés, jusqu'à leur intégration fonctionnelle lors de la fabrication des modules.

Le *Cold Sintering Process* (CSP) permet de répondre à ces problématiques et offre la possibilité de **densifier à très faible température** (< 300 °C) ce type de **céramiques**, et de les associer avec une **couche métallique** épaisse sans risque d'oxydation de cette dernière. De plus, la caractérisation *in operando* durant l'étape de frittage par CSP a qui a été développée récemment au laboratoire CIRIMAT, est particulièrement bien adaptée à la **caractérisation d'interfaces** (notamment les joints de grain) en **cours de formation pendant le frittage**.

Ainsi, l'objectif de cette étude est de réaliser la **densification d'un matériau ferroélectrique (BaTiO₃)** comme phase active avec d'une **couche de métallisation (Cu)** pour le collectage du courant. Le(la) stagiaire aura en charge la préparation des matériaux par CSP, leurs caractérisations structurales et microstructurales (DRX & MEB), ainsi que de densité (Archimède et/ou géométrique) et l'évaluations de leurs propriétés de conduction permittivité diélectrique, pendant et après frittage. L'objectif est d'obtenir une permittivité stable en fréquence et en température, tout en permettant une résistance à de très fort champs électriques (tension de claquage > 1kV/mm). Des caractérisations complémentaires par Raman/FTIR seront potentiellement réalisées en fonction des observations réalisées. Ces travaux font suite à des travaux de thèse/postdoc menés depuis plusieurs années. Le stage repose sur la collaboration entre 2 laboratoires spécialisés dans les matériaux (CIRIMAT) et l'électronique de puissance (LGP).

Ref : Romain Raison, thèse de l'université de Pau et des Pays de l'Adour, 2023.