

## Proposition de thèse:

*Etude et développement de procédés technologiques pour une architecture de type silicium-organique ;  
vers une intégration 3D hétérogène*

## Laboratoire d'accueil :

Ecole des Mines de St Etienne / Centre Microélectronique de Provence - Gardanne

## Contexte du projet :

Le développement des produits électroniques incluant diverses fonctionnalités est rendue possible grâce aux nouvelles technologies de miniaturisation. Parmi ces technologies prometteuses figure l'intégration tridimensionnelle des composants. Communément appelé SIP (System In Package), cette architecture vise à empiler verticalement et à interconnecter des composants électroniques provenant de différents substrats dans un même système miniature. Ainsi, cette forte densité d'intégration hétérogène permet à la fois de réduire les coûts de fabrication et d'améliorer les performances électriques globales du système.

Les travaux qui seront menés durant cette thèse s'inscrivent dans le cadre du projet européen 3DICE coordonné par STMicroelectronics, et qui vise à réaliser un système tridimensionnel hétérogène en utilisant un matériau organique comme encapsulant (puce dans polymère). Ces travaux se dérouleront au sein du Centre de Microélectronique de Provence de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne, et seront menés en étroite collaboration avec STMicroelectronics ainsi que d'autres partenaires dans le cadre du consortium européen. Le but du projet sera de reconstruire un système électronique à partir de puces en silicium prédécoupées. Ces puces seront noyées dans un matériau organique et seront ensuite interconnectées électriquement en 3D. L'utilisation de matériaux de différente nature physique (organique, silicium, métal) génère des déformations importantes au niveau de la puce en silicium et au niveau du boîtier final, ce qui va constituer un enjeu technologique important lors des étapes d'intégration 3D.

L'objectif principal de cette thèse est de participer à la réalisation technologique, et d'étudier et optimiser le comportement thermomécanique d'un système hétérogène 'puce dans polymère' à différents niveaux d'intégration. Les travaux de thèse débiteront par une étude des propriétés physiques de l'encapsulant organique. Ensuite, une étude sur l'optimisation de l'empilement 'puce dans polymère' sera réalisée à travers des travaux de modélisation et de simulation numérique 3D. Le dernier volet consistera à valider les résultats des études numériques par la mise en place d'une plate-forme optique pour la caractérisation électrique et thermomécanique in-situ des systèmes hétérogènes, et par l'intégration de jauges de contraintes pour une caractérisation plus localisée des champs de déformations.

Le candidat s'appuiera sur les moyens technologiques disponibles sur la plate-forme Micro-Packs et sur les différents équipements de caractérisation et de modélisation du centre ainsi que sur les partenaires du projet pour la réalisation des véhicules de test. Il sera en charge de proposer des voies d'optimisation des architectures empilées et de participer à la levée des verrous technologiques.

## Profil du candidat :

Ce sujet de thèse est pluridisciplinaire, s'adressant à un ingénieur généraliste ou universitaire avec Mastère, ayant de bonnes connaissances dans le domaine des matériaux et des procédés de fabrication en microélectronique. Des compétences en optique et en instrumentation sont fortement souhaitées.

- Rémunération : environ 1600€/mois (net)
- Localisation au Centre Microélectronique de Provence, 880 Avenue de Mimet, 13541 Gardanne

**Envoyer CV et lettre de motivation à**  
[saadaoui@emse.fr](mailto:saadaoui@emse.fr) ; [inal@emse.fr](mailto:inal@emse.fr)