

## **Développement de matériaux céramiques à base d'alumine par fabrication additive pour l'industrie des semi-conducteurs : vers des pièces de grande dimension présentant des propriétés mécaniques améliorées**

L'industrie du semi-conducteur utilise de nombreuses pièces céramiques comme outillage dans la fabrication des puces, à différentes étapes du procédé de fabrication. Un des matériaux principaux est l'alumine dense à haute pureté pour des pièces de grande taille. Si les procédés de fabrication des pièces céramiques pour l'industrie des semi-conducteurs sont encore très généralement classiques (usinage à partir d'ébauche obtenu par pressage, coulage etc.), les donneurs d'ordre principaux encouragent leurs sous-traitants à utiliser l'impression 3D pour aller chercher des formes de pièces plus complexes, intégrer de nouvelles fonctions, réduire les délais, et limiter les coûts en supprimant les outillages.

L'objectif de cette thèse est de développer un grade d'alumine et les paramètres procédés permettant de répondre aux exigences du marché en termes de qualité matériaux et adaptée au procédé d'impression 3D. Cette alumine sera obtenue par le procédé de stéréolithographie SLA et pourra permettre d'obtenir des pièces de taille allant jusqu'à 300 mm et d'épaisseur de parois supérieures à 5 mm, avec des propriétés mécaniques plus élevées que les grades actuels. Dans l'objectif d'une simplification du procédé et d'une limitation de l'impact environnemental, l'objectif sera de proposer une composition de suspension céramique à imprimer qui puisse être déliantée sous air et être frittée à des températures inférieures à celles qui sont nécessaires actuellement.

Il s'agira donc de développer des formulations de suspensions pour la stéréolithographie qui intègrent des poudres fortement concentrées et suffisamment fines pour pouvoir fritter à plus basse température, et de développer des compositions organiques spécifiques permettant un déliantage sous air. L'étape de stéréolithographie nécessite le raclage de la suspension par une lame, puis la polymérisation de la partie organique de la formulation. Un travail important sera donc réalisé sur la caractérisation rhéologique de ces formulations en relation avec leurs caractéristiques microstructurales et sur les interactions laser-matière. Les questions scientifiques abordées intégreront donc les relations rhéologie-microstructure des suspensions pour la SLA, les interactions laser-matière durant la polymérisation, mais aussi les mécanismes de déliantage et de frittage. Enfin, un accent particulier sera mis sur l'amélioration des propriétés mécaniques de l'alumine fabriquée en SLA, par une meilleure compréhension du rôle des défauts liés à l'impression sur la contrainte à la rupture de cette céramique.

*Nous recherchons donc un(e) candidat(e) pour cette thèse, de profil science des matériaux, avec une appétence pour la fabrication additive et/ou les matériaux céramiques. Une expérience en stage dans un de ces domaines sera appréciée. Le(a) doctorant(e) sera embauché par la société dans le cadre d'une bourse CIFRE et réalisera ses travaux à MATEIS (Villeurbanne) et à 3D CERAM (Limoges).*

*Début souhaité : premier trimestre 2025*

*MATEIS est membre de l'institut Carnot Ingénierie @Lyon qui s'inscrit dans le pacte pour la recherche, et ayant notamment pour objectif de favoriser le transfert de technologie, le partenariat entre laboratoires publics et entreprises et le développement de l'innovation.*

Contact : [jerome.chevalier@insa-lyon.fr](mailto:jerome.chevalier@insa-lyon.fr)

## **Development of Ceramic Materials Based on Alumina via Additive Manufacturing for the Semiconductor Industry: Towards Large-Sized Parts with Enhanced Mechanical Properties**

The semiconductor industry uses numerous ceramic components as tooling in chip manufacturing at various stages of the process. One of the key materials is dense, high-purity alumina for large-sized parts. While the manufacturing processes for ceramic parts in the semiconductor industry are still predominantly conventional (machining from blanks obtained by pressing, casting, etc.), major clients encourage their suppliers to adopt 3D printing to achieve more complex shapes, integrate new functions, reduce lead times, and lower costs.

The objective of this thesis is to develop an alumina grade and process parameters that meet the market's material quality requirements and are adapted for 3D printing. This alumina will be produced using the SLA (Stereolithography) process, enabling the fabrication of parts up to 300 mm in size and wall thicknesses greater than 5 mm, with mechanical properties surpassing those of current grades. In line with the goal of process simplification and minimizing environmental impact, the aim will be to propose a ceramic slurry composition for printing that can be debinded in air and sintered at lower temperatures than those currently required.

Thus, the project will focus on developing slurry formulations for stereolithography that incorporate highly concentrated powders, fine enough to be sintered at lower temperatures, and on developing specific organic compositions that enable debinding in air. The stereolithography process requires the scraping of the slurry with a blade, followed by the polymerization of the organic component of the formulation. Significant work will be done on the rheological characterization of these formulations in relation to their microstructural characteristics and laser-material interactions. Scientific questions addressed will include the rheology-microstructure relationships of slurries for SLA, laser-material interactions during polymerization, as well as debinding and sintering mechanisms. Finally, particular emphasis will be placed on improving the mechanical properties of SLA-produced alumina by better understanding the role of defects associated with printing on the fracture strength of this ceramic.

*We are therefore looking for a candidate for this thesis with a background in materials science, and an interest in additive manufacturing and/or ceramic materials. Previous internship experience in these areas would be appreciated. The doctoral candidate will be employed by the company under a CIFRE (industrial research) scholarship and will carry out the work at MATEIS (Villeurbanne) and 3D CERAM (Limoges).*

*Provisional starting date: First quarter of 2025*

Contact : [jerome.chevalier@insa-lyon.fr](mailto:jerome.chevalier@insa-lyon.fr)