

## **Frittage par micro-ondes de céramiques mises en formes par impression 3D**

**Tristan GARNAULT**

Sous la direction de nom directeur D. Bouvard et S. Marinel (Univ. Caen Normandie)

Co-encadrée par J.-M. Chaix et C. Harnois (ENSICAEN)

**Mercredi 9 décembre 2020 à 10h30**

Visio-conférence (contact : [tristan.garnault@grenoble-inp.fr](mailto:tristan.garnault@grenoble-inp.fr))

### **Jury :**

M. Jean-Marc HEINTZ, ENS CHIMIE ET PHYSIQUE DE BORDEAUX 1, Rapporteur

Mme Isabelle POLAERT, INSA ROUEN, Rapportrice

M. Jérôme CHEVALIER, INSA LYON, Examineur

**Résumé :** Cette thèse traite du frittage par chauffage micro-ondes de céramiques d'alumine et de zirconne yttrée, mises en forme par fabrication additive (Robocasting). Le chauffage par micro-ondes permet d'appliquer des cycles thermiques courts avec un coût énergétique modéré lorsqu'on le compare aux méthodes de chauffage conventionnel. La combinaison de l'impression 3D et du frittage par micro-ondes est un processus complet, adapté à la mise en forme et à la densification de petites séries de pièces complexes, économe à la fois en matière première, en temps et en énergie. Ces travaux visent donc à coupler de manière fiable ces deux procédés en améliorant notre compréhension des interactions micro-ondes/matière, et en développant des méthodes de régulation et dispositifs de frittage adaptés. La problématique de la régulation automatique et du contrôle de la température des dispositifs micro-ondes a été tout d'abord traitée. L'instabilité en fréquence des sources magnétron est un frein à l'application d'un pilotage automatique efficace s'il n'est pas pris en considération. Par la suite, le couplage micro-onde de l'alumine et de la zirconne a été discuté. Ces deux matériaux présentent des comportements très différents. L'alumine, quasi transparente, chauffe difficilement sous irradiation directe. La zirconne, quant-à-elle, présente un comportement qui évolue fortement avec la température, passant de peu absorbant à réfléchissant, rendant la maîtrise de son chauffage direct compliqué. Tenant compte des caractéristiques des dispositifs micro-ondes et du comportement des matériaux, il est proposé une méthode de chauffage par micro-ondes assisté, permettant le frittage rapide et maîtrisé de pièces à compositions et géométries variées. Des pièces complexes ont été frittées avec succès par le procédé ainsi développé.