

## Offre de stage M2 – SIMaP – Univ. Grenoble Alpes

### Simulation à l'échelle des particules du frittage au cours du procédé Metal Binder Jetting

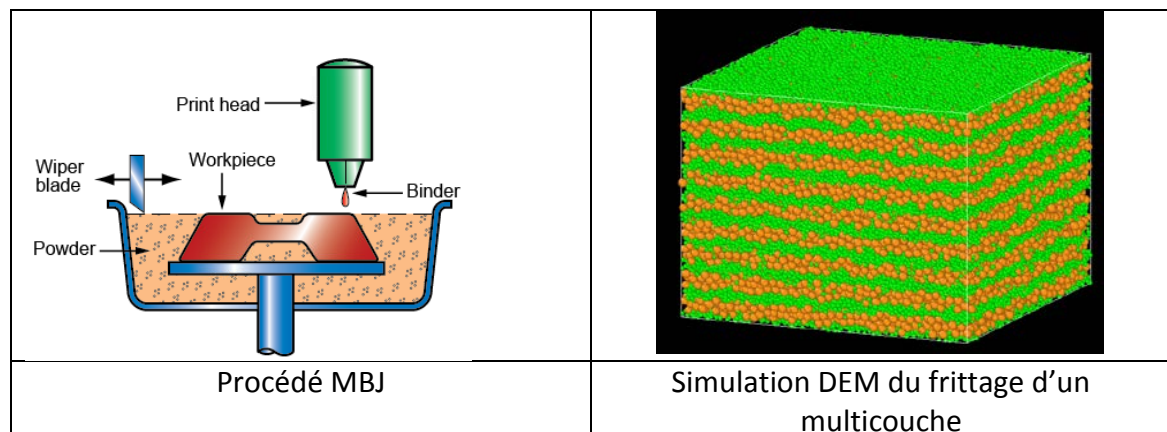
Le procédé de fabrication additive Metal Binder Jetting (MBJ) permet de réaliser des pièces métalliques de formes complexes par métallurgie des poudres. La mise en forme est faite par couches successives par la projection d'un liant sur un lit de poudre. La pièce à vert ainsi obtenue est ensuite déliantée et frittée. Ce procédé permet de limiter les pertes de matières liées à l'usinage ainsi que de produire une grande variété de pièce sans nécessiter d'outillage particulier. Il complète ainsi le panel de procédés de fabrication additive comme la fusion laser sur lit de poudre ou la stéréolithographie.

Ce procédé a tendance à produire des inhomogénéités à l'interface entre deux couches ce qui induit un comportement anisotrope au frittage (retraits différents entre la direction de construction et les autres directions). Cette anisotropie peut être quantifiée à l'échelle macroscopique par dilatométrie et intégré à un calcul éléments finis pour prédire les retraits et distorsions au frittage. Cependant l'échelle des particules n'est pas prise en compte par cette approche et les variations de granulométrie, d'épaisseur ou de densité des couches ne peuvent être anticipées. Des données de tomographie X existent pour renseigner expérimentalement ces phénomènes.

Il s'agira donc avec notre partenaire industriel Safran Tech. de développer des simulations à l'échelle des particules pour mieux appréhender et prédire les effets liés à l'inhomogénéité de l'empilement granulaire. Le matériau d'intérêt est un alliage base Ni et nous nous appuyerons sur le code de simulation éléments discrets (DEM) [dp3D](#) développé au SIMaP pour simuler le frittage à l'échelle des particules. Un stage précédent a permis de démontrer la faisabilité et l'intérêt d'une telle démarche.

Programme de travail envisagé :

- Analyse quantitative des images issues de la tomographies X pour en sortir les données d'intérêt pour les simulations discrètes.
- Génération de microstructures multicouches présentant des variations de densité correspondantes à celles observées par tomographie X.
- Simulation du frittage et du comportement visqueux à haute température avec le code dp3D: caractérisation de l'anisotropie et identification des paramètres macroscopiques (viscosité au cours du frittage).



Collaboration = Safran Tech.

Durée = 6 mois (Février-Juillet 2026)

Contacts = [david.jauffres@grenoble-inp.fr](mailto:david.jauffres@grenoble-inp.fr) / [christophe.martin@grenoble-inp.fr](mailto:christophe.martin@grenoble-inp.fr)

## Master 2 internship offer – SIMaP – Univ. Grenoble Alpes

### Particle-scale simulation of sintering during the Metal Binder Jetting process.

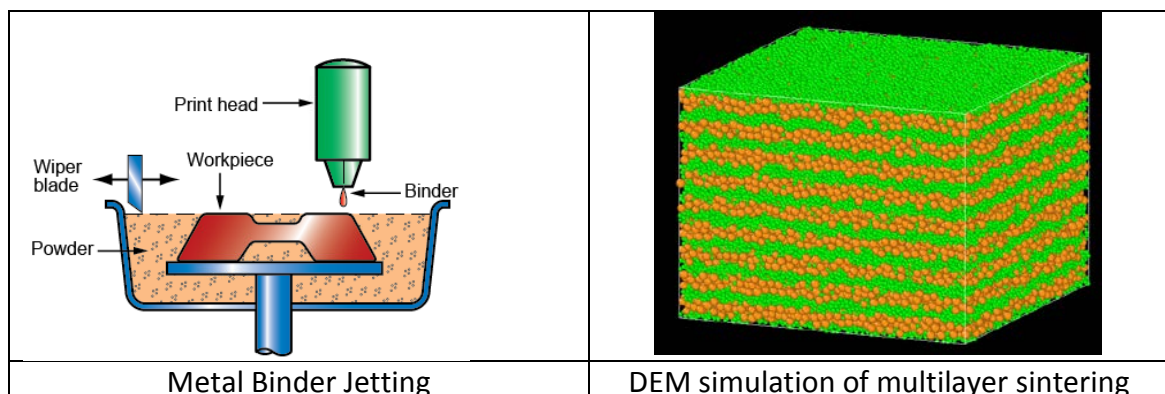
The Metal Binder Jetting (MBJ) additive manufacturing process allows the production of complex-shaped metal parts using powder metallurgy. The parts are formed in successive layers by spraying a binder onto a powder bed. The green part obtained is then debinded and sintered. This process limits material losses associated with machining and allows a wide variety of parts to be produced without the need for special tooling. It thus complements the range of additive manufacturing processes such as laser powder bed fusion or stereolithography.

This process tends to produce inhomogeneities at the interface between two layers, which induces anisotropic behavior during sintering (different shrinkage between the construction direction and other directions). This anisotropy can be quantified on a macroscopic scale by dilatometry and integrated into a finite element calculation to predict shrinkage and distortion during sintering. However, this approach does not take particle scale into account, and the effect of variations in grain size, thickness, or density of the layers cannot be anticipated. X-ray tomography data exists to provide experimental information on these phenomena.

We will therefore be working with our industrial partner Safran Tech to develop particle-scale simulations to better understand and predict the effects associated with the inhomogeneity of granular packing. The material of interest is a Ni-based alloy, and we will use the [dp3D](#) discrete element method (DEM) code developed at SIMaP to simulate sintering at the particle scale. A previous internship has demonstrated the feasibility and value of such an approach.

Proposed work program:

- Quantitative analysis of X-ray tomography images to extract data of interest for discrete simulations.
- Generation of multilayer microstructures with density variations corresponding to those observed by X-ray tomography.
- Simulation of sintering and viscous behavior at high temperatures using the dp3D code: characterization of anisotropy and identification of macroscopic parameters (viscosity during sintering).



Collaboration = Safran Tech.

Duration = 6 month (February-July 2026)

Contacts = [david.jauffres@grenoble-inp.fr](mailto:david.jauffres@grenoble-inp.fr) / [christophe.martin@grenoble-inp.fr](mailto:christophe.martin@grenoble-inp.fr)