

Modélisation physique assistée par l'Intelligence Artificielle pour la fabrication additive et la biofabrication

Nicolas Hascoët Francisco Chinesta Jean-Yves Hascoët

ENSAM Paris – PIMM UMR CNRS 8006 - francisco.chinesta@ensam.eu nicolas.hascoet@ensam.eu
Centrale Nantes – GeM UMR CNRS 6183 - jean-yves.hascoet@ec-nantes.fr

Mots clés : Fabrication Additive Métallique ; BioFabrication ; Intelligence Artificielle ; Modèles Réduits Paramétriques

L'émergence de nouveaux procédés de fabrication, tels que les procédés de fabrication additive (WAAM, PBF, LMD, ...) s'accompagne de nouvelles opportunités pour les industries à forte valeur ajoutée telles que l'aéronautique, la construction navale ou le transport terrestre. Dans ce contexte, la simulation thermomécanique de la réalisation de ces composants par fabrication additive métallique porte un enjeu fort associé à ces problématiques. En effet, les temps de fabrication peuvent être longs, coûteux et les géométries à réaliser souvent complexes. Pour améliorer la performance de ces procédés et déployer leur utilisation efficace à échelle industrielle, il est essentiel de pouvoir réduire au maximum les temps d'immobilisation des équipements pour des mises au point du paramétrage du procédé, tout en s'assurant de la conformité des composants réalisés.

De plus, pouvoir agir au cours de la fabrication pour adapter le paramétrage du procédé et ainsi s'assurer que la pièce réalisée répondra au cahier des charges en termes de géométrie, mais également de propriété du matériau constitue un axe de progrès attendu. Pour autant, les solutions de simulation actuelles ne permettent pas de rendre compte des phénomènes physiques complexes mis en jeu lors de la fabrication et il n'est pas possible d'anticiper avec suffisamment de confiance les propriétés qu'aura le composant une fois réalisé. Cette complexité se retrouve davantage lorsque différents types de matériaux et compositions de matériaux entrent en jeu et pour lesquels les propriétés ne sont pas toujours connues ou maîtrisées. Dans le domaine de la BioFabrication, pour des applications médicales de reconstruction par exemple, les propriétés de matériaux restent très peu maîtrisées et difficilement modélisables par simulation.

Des outils numériques tels que la Réduction de Modèles et l'Intelligence Artificielle permettent de répondre à ces deux problématiques de temps de calcul et de complexité en créant des modèles paramétriques par interpolations et extrapolations basés sur la donnée. Ces modèles réduits paramétriques sont construits à partir de peu de données de simulations calibrées pour pouvoir être interrogés et donner une réponse en temps réel. Ceci permet de pouvoir parcourir l'espace des paramètres et visualiser leurs influences sur le résultat souhaité. D'autre part, les modèles d'Intelligence Artificielle permettent de se dispenser d'une modélisation fine voir d'une modélisation non existante en particulier concernant des propriétés thermomécaniques des matériaux peu (voire pas) connues en métallurgie et BioFabrication en s'appuyant sur des données expérimentales. Des applications de modèles paramétriques dépendant de trajectoires complexes, de modèles Deep Learning pour la prédiction de porosités en fabrication additive métallique et de modèles multiparamétriques pour la prédiction de dimensionalités en BioFabrication sont illustrées dans cette présentation.