

Analyse Comparative des Structures de Treillis pour la Fabrication Additive

SLM : Impact de la Légèreté sur les Performances Mécaniques

Maitrise en génie

Oussema Bouguerra(étudiant), Noureddine Barka, Shayan Dehghan



Introduction du projet

Dans le domaine en pleine expansion de la fabrication additive, la technologie de fusion sélective par laser (SLM) se distingue par sa capacité à produire des composants métalliques complexes avec une précision remarquable. Cette technique révolutionnaire, qui trouve des applications dans des secteurs critiques tels que l'aérospatiale, l'automobile et la biomédecine, permet une liberté de conception sans précédent, ouvrant la voie à l'optimisation de la performance des matériaux grâce à des structures de treillis innovantes telles que les TPMS (Triply Periodic Minimal Surfaces). Notre projet, se propose d'étudier comment différentes configurations de treillis peuvent influencer les propriétés mécaniques des pièces produites, tout en réduisant leur masse. L'objectif est de déterminer les designs de treillis qui maximisent la résistance et la durabilité tout en minimisant le poids en combinant des analyses expérimentales rigoureuses avec des simulations avancées. Nous aspirons à déterminer les configurations les plus performantes qui conjuguent avec brio légèreté et résistance, critères essentiels pour l'efficacité énergétique et la performance globale des composants.

Problématique

- ✓ Détermination des différents effets de la conception de structure sur la qualité des pièces.
- ✓ Optimisation de la conception des structures en treillis pour atteindre un équilibre entre légèreté et performances mécaniques.
- ✓ Étude de la fidélité de Fabrication des Structures de Treillis par SLM.

Objectifs fixés

Ce projet vise à comparer des structures de treillis métalliques créées par fusion sélective au laser (SLM) pour la fabrication additive. L'étude évalue l'impact de la légèreté sur les performances mécaniques, en accordant une attention particulière à la fidélité de fabrication.

Méthodologie utilisée

La méthodologie adoptée pour ce projet s'articule autour de la conception, de la fabrication et du test de différentes structures de treillis en acier maraging via la technologie SLM. Initialement, une étude approfondie des designs de treillis est réalisée à l'aide de logiciels de conception assistée par ordinateur pour évaluer les performances théoriques. Les modèles optimaux sont ensuite imprimés en utilisant l'imprimante EOS M290, en respectant des paramètres d'impression définis pour assurer la qualité et la répétabilité.

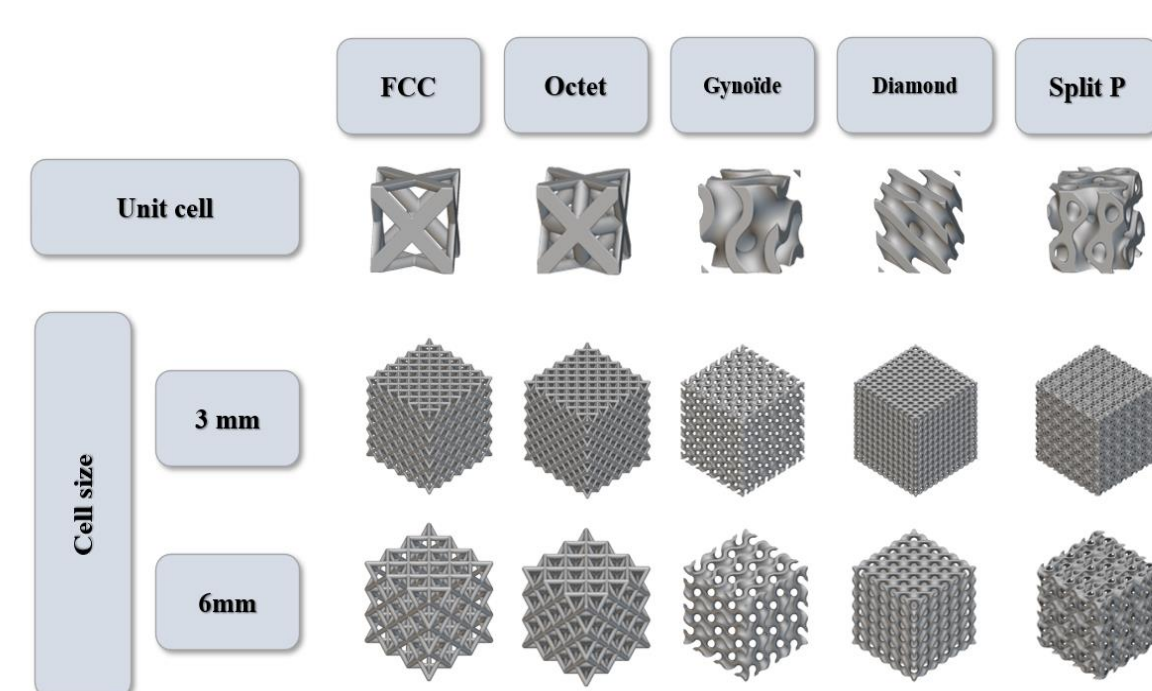


Figure 1: Plan d'impression

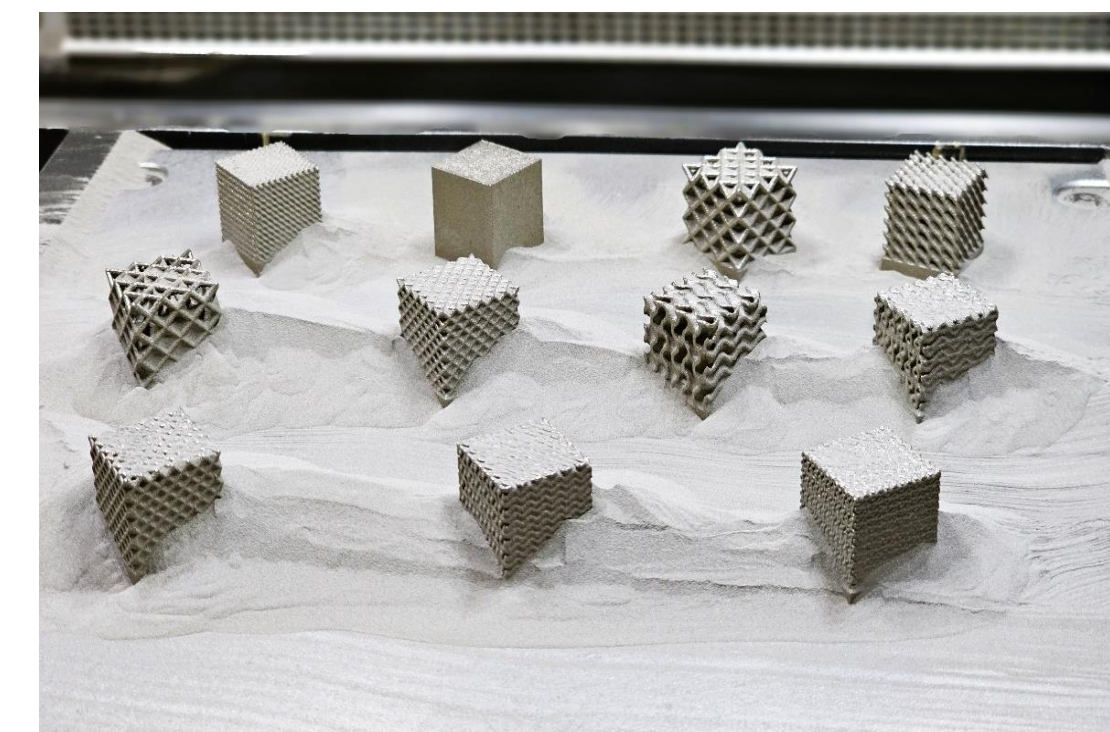


Figure 2: Impression des pièces

Avant les essais mécaniques, une évaluation des densités relatives entre les modèles de CAO et les structures fabriquées a été effectuée pour détecter les éventuelles divergences.

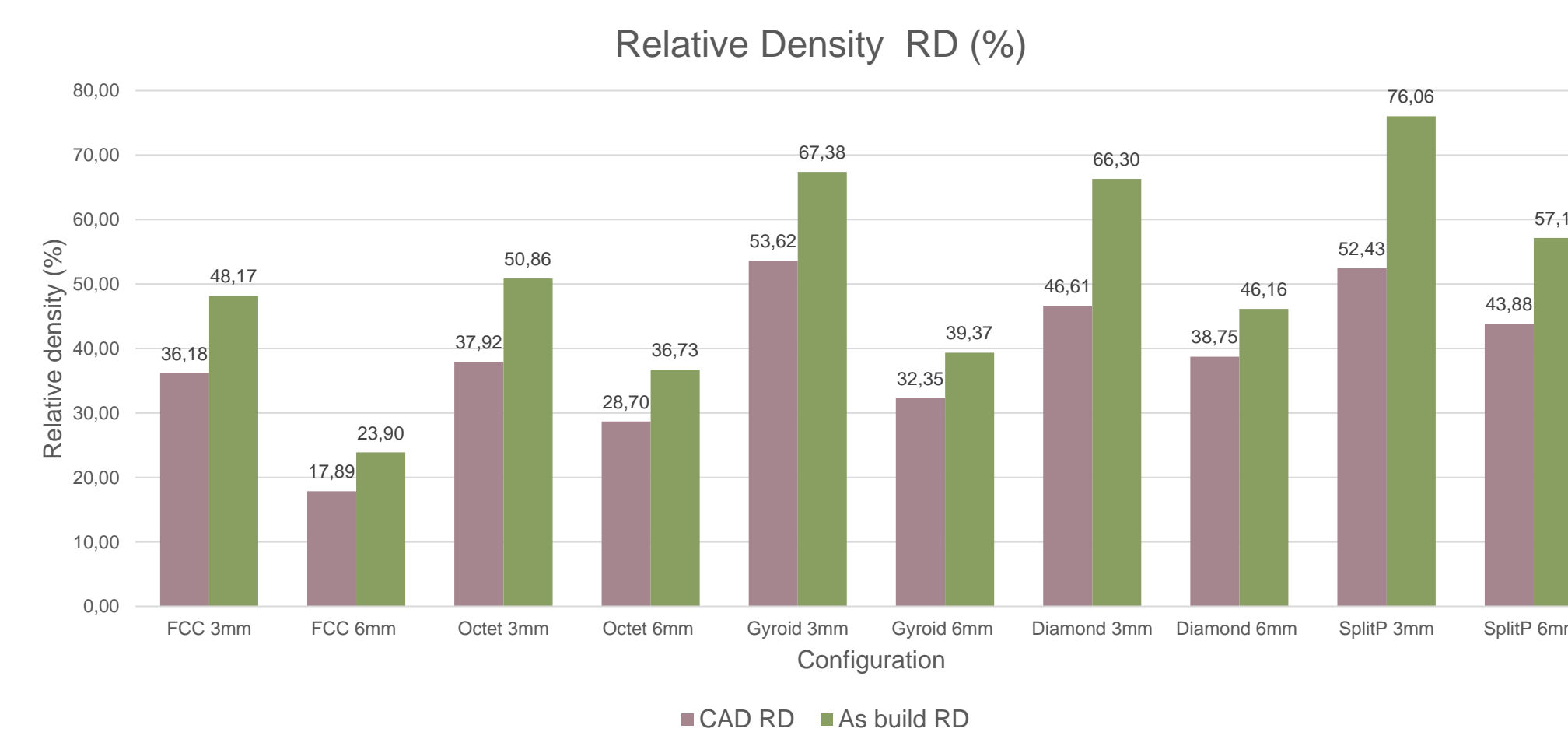


Figure 3: Différence entre la densité relative du CAO et de l'expérimentale

Cette comparaison est essentielle pour ajuster les paramètres en vue de réduire les écarts entre la conception et la réalité. Les échantillons fabriqués subissent des tests de compression pour mesurer leurs propriétés mécaniques, notamment leur résistance et leur déformation sous charge. Les données expérimentales sont recueillies et comparées aux résultats de simulation pour évaluer la fidélité de la fabrication.

Résultats

L'analyse des densités relatives des structures de treillis imprimées a révélé des disparités notables par rapport aux modèles de conception assistée par ordinateur (CAO), soulignant l'impact significatif des paramètres de conception et de l'impression SLM sur la matérialisation des designs. Les images obtenues par microscopie électronique à balayage (SEM) ont apporté un éclairage sur la microstructure et l'adhérence des particules, ce qui a permis de corrélérer les écarts de densité observés avec les caractéristiques superficielles des treillis.

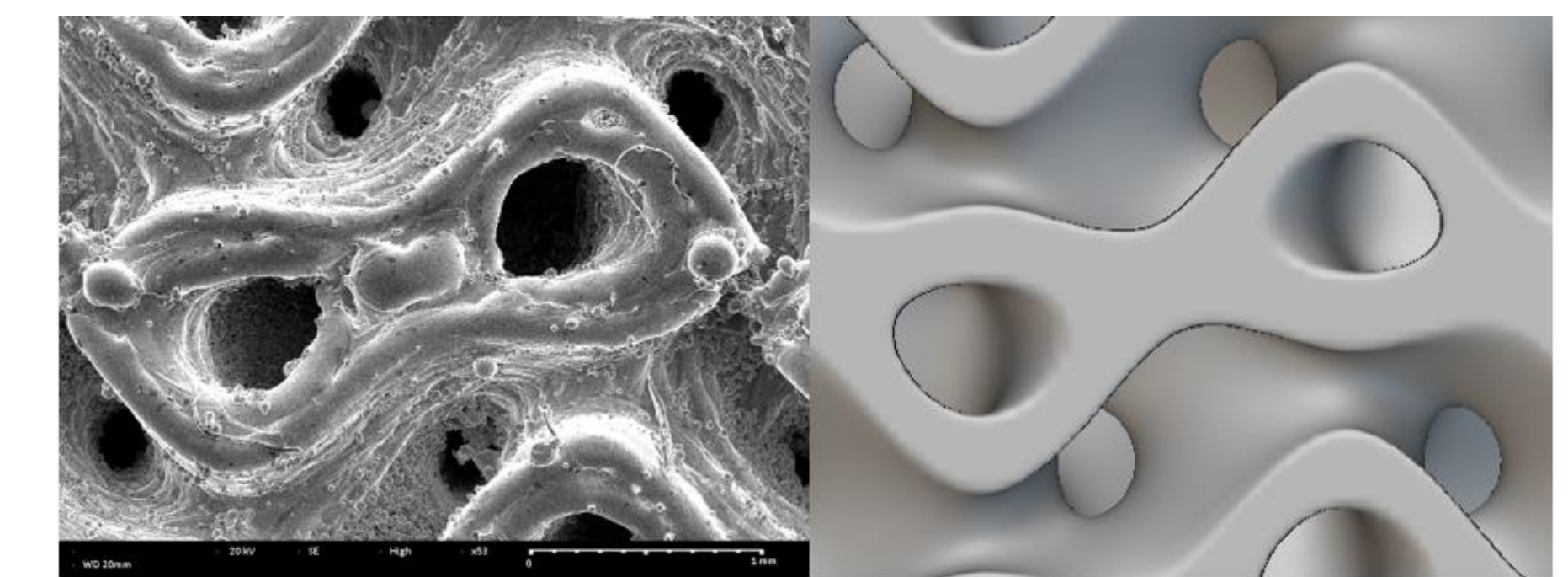


Figure 4: Différence entre CAO et SEM

En parallèle, les simulations de compression ont généré des données prédictives cruciales sur la performance mécanique, indiquant des tendances de déformation et de résistance qui seront ultérieurement confrontées aux résultats des tests physiques.

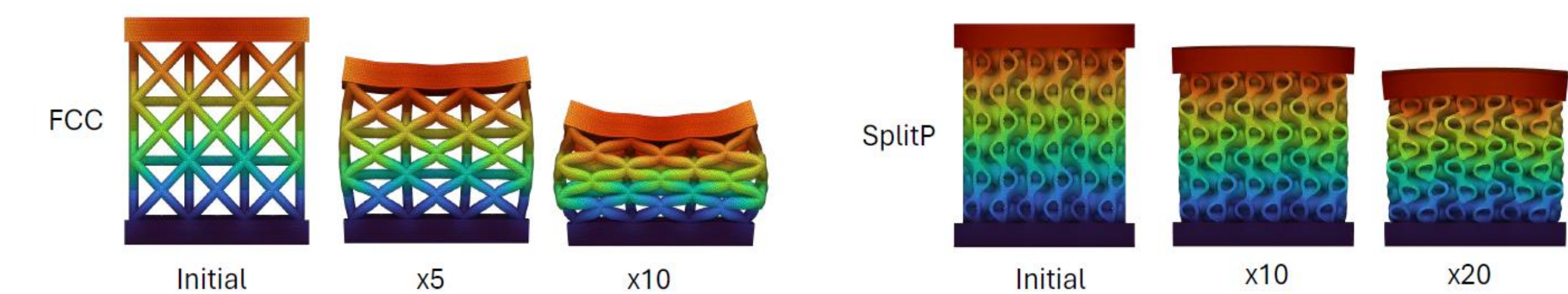


Figure 5: Simulation de la compression des structures

Conclusion

Ces résultats préliminaires constituent une base solide pour la calibration future des processus de fabrication SLM, visant à améliorer la correspondance entre les prévisions de CAO et les caractéristiques réelles des pièces fabriquées.

Références

- [1]: N. Qiu, Y. Wan, Y. Shen, et J. Fang, « Experimental and numerical studies on mechanical properties of TPMS structures », *International Journal of Mechanical Sciences*, vol. 261, p. 108657, janv. 2024, doi: 10.1016/j.ijmecsci.2023.108657.
- [2]: L. H. Olivas-Alanis et al., « Mechanical Properties of AISI 316L Lattice Structures via Laser Powder Bed Fusion as a Function of Unit Cell Features », *Materials*, vol. 16, no 3, p. 1025, janv. 2023, doi: 10.3390/ma16031025.
- [3]: A. Yáñez, A. Herrera, O. Martel, D. Monopoli, et H. Afonso, « Compressive behaviour of gyroid lattice structures for human cancellous bone implant applications », *Materials Science and Engineering: C*, vol. 68, p. 445-448, nov. 2016, doi: 10.1016/j.msec.2016.06.016.