

Introduction du projet

La fabrication additive métallique met en jeu des phénomènes physiques complexes de nature essentiellement thermique, mécanique et métallurgique. Nous souhaitons contrôler ces propriétés afin de concevoir une pièce industrielle fonctionnelle. Ces phénomènes atteignent une telle complexité qu'une simulation numérique est indispensable à leur compréhension. Cependant, la complexité des phénomènes physiques ne permet pas de simuler une pièce industrielle complète dans un temps raisonnable. Il est donc nécessaire de développer des méthodes de calcul plus légères, soit en simplifiant le modèle, soit en utilisant des approches de réduction de modèle.

Problématique

- ✓ La complexité des phénomènes physiques présents durant l'impression 3D métallique SLM.
- ✓ Choix des paramètres d'impression pour l'acier 316L sur l'imprimante EOS 290M de l'UQAR.
- ✓ Étude de l'influence des paramètres sur la qualité de surface des pièces imprimés par SLM.

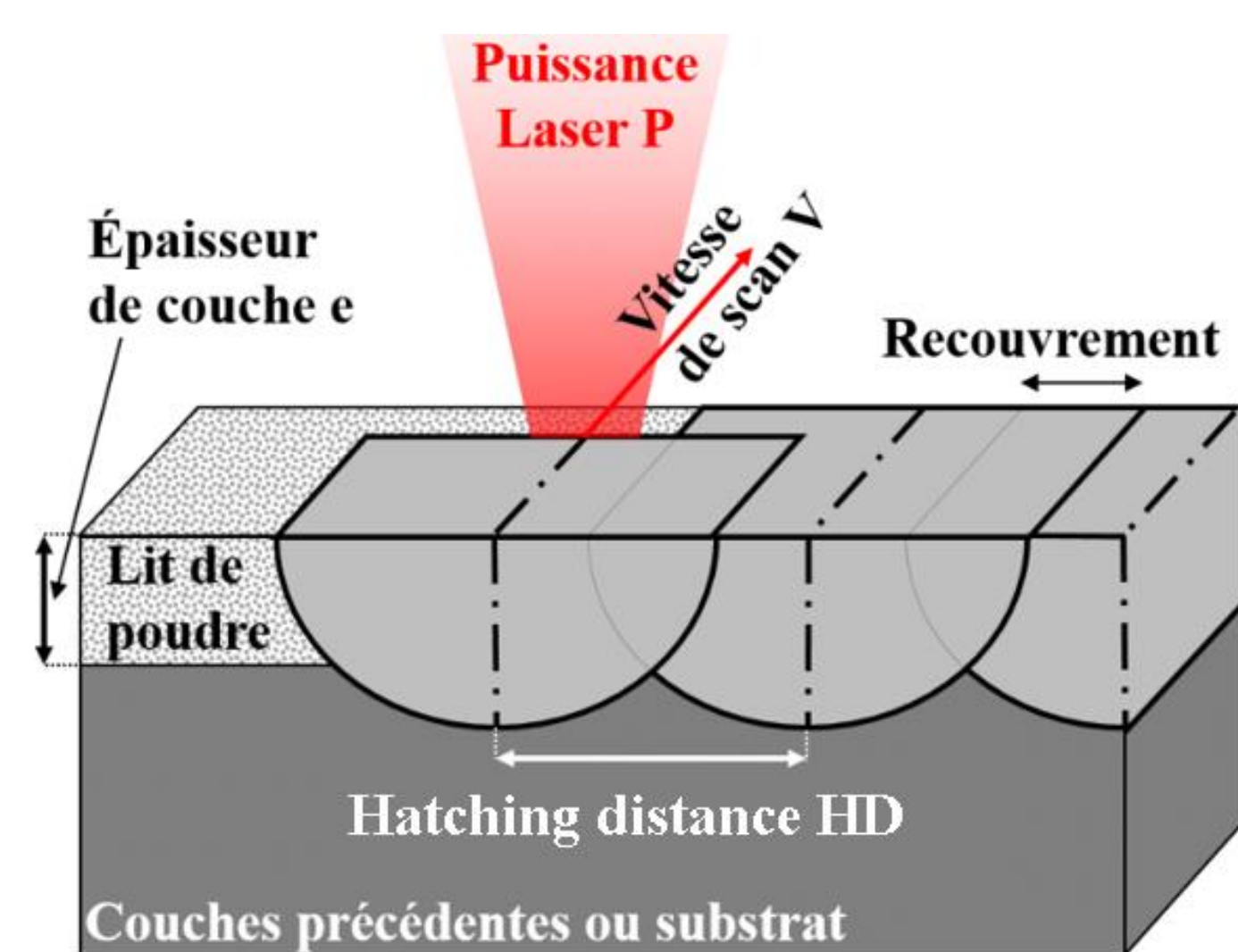


Figure1: Les principaux paramètres du procédé SLM

Objectifs fixés

L'objectif principal est le développement d'un outil numérique qui aide à choisir les combinaisons des principaux paramètres d'impression (Puissance, vitesse de balayage et le hatching distance) pour l'acier 316L., ainsi que l'étude de l'effet des paramètres sur la qualité de surface des pièces imprimées.

Méthodologie utilisée

Nous avons opté pour la méthode des plans d'expériences pour le choix de la combinaison des paramètres à utiliser (Puissance, Vitesse, et Distance de hachurage) pour l'impression des pièces et les mesures de rugosité.

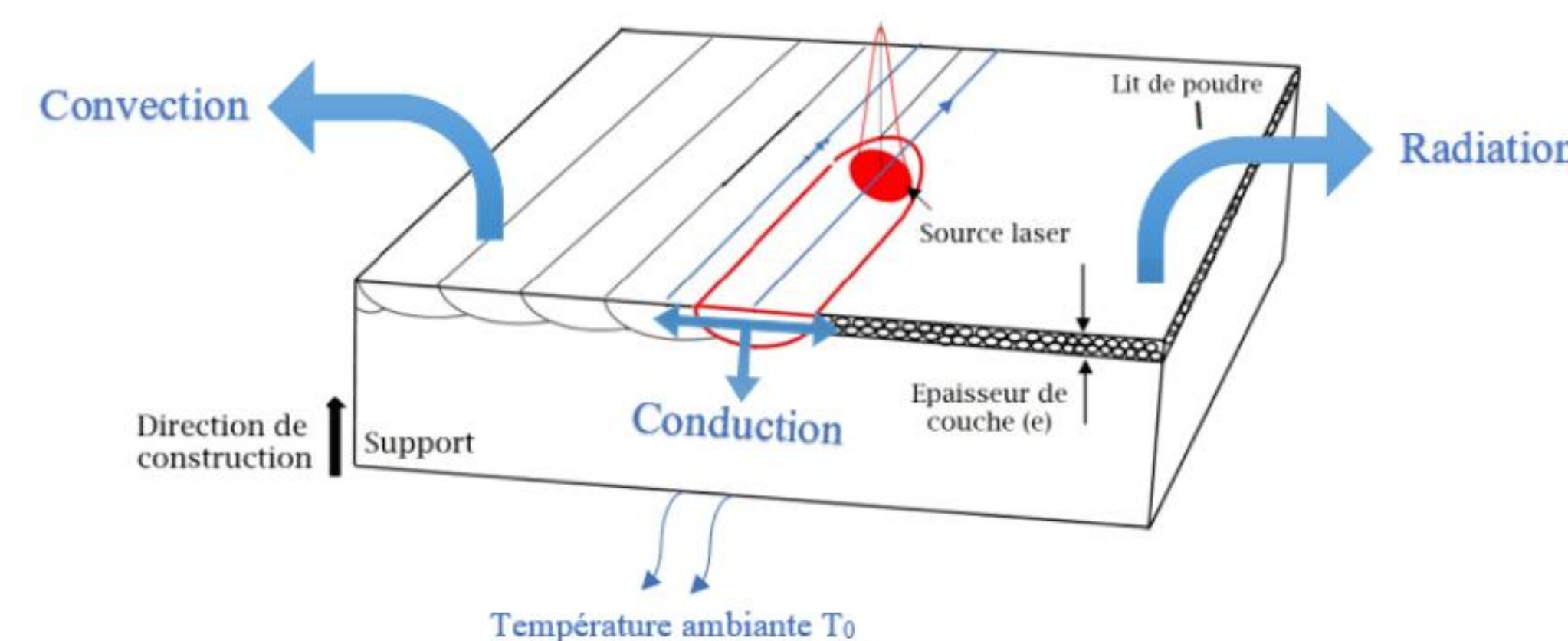


Figure2: Les phénomènes thermiques durant le procédé SLM

Nous avons travaillé avec un modèle numérique thermique pour modéliser la fusion de la couche de poudre. Ce modèle nous a permis de simuler la distribution spatio-temporelle de la température et nous avons enregistré l'évolution de la température en quatre points situés sur et entre les lignes de fusion pour tester les combinaisons de paramètres déjà imprimées et il nous a permis d'éviter les combinaisons non imprimables et de choisir les combinaisons donnant un bon état de surface.

Résultats

La simulation du comportement thermique pendant le processus de fabrication additive SLM à l'échelle mésoscopique nous a permis de suivre la distribution spatio-temporelle de la température sur le lit de poudre en déplaçant la source laser.

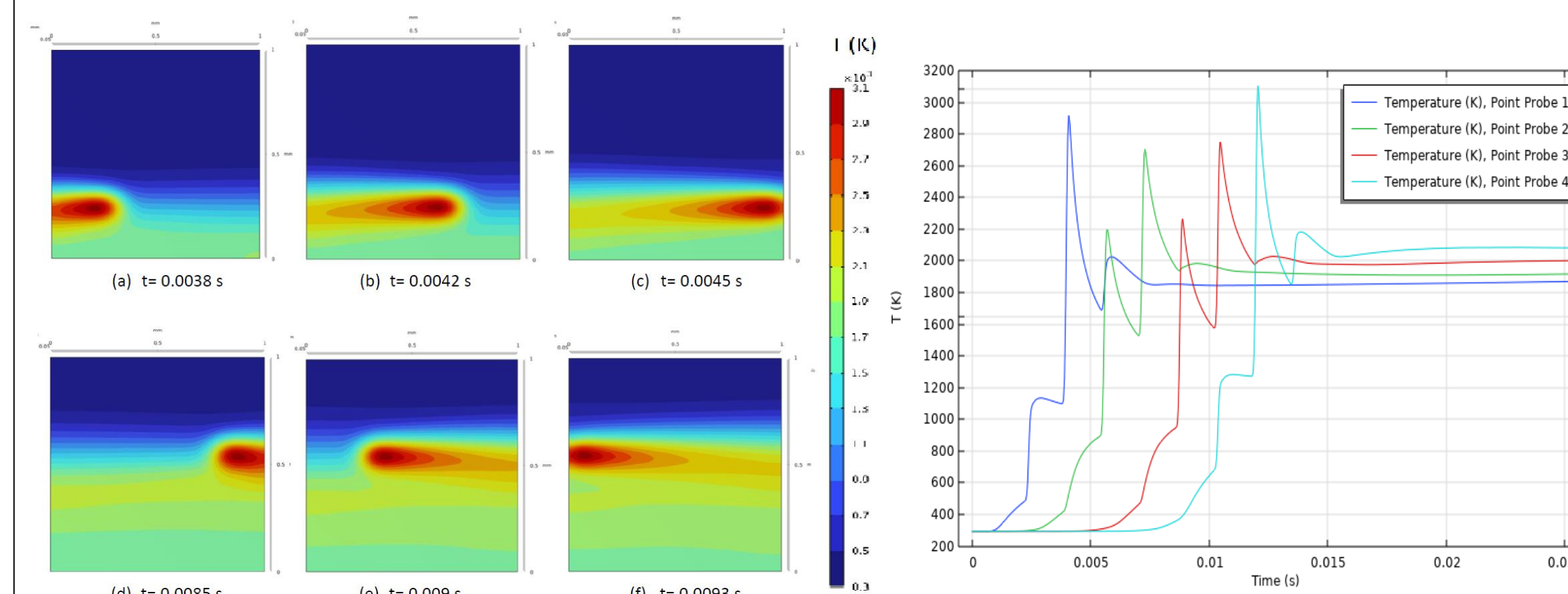


Figure3: La distribution de la température Figure4: Evolution de la température

Au cours du processus SLM, la distribution de la température dans le lit de poudre change rapidement dans le temps et dans l'espace. Lorsque la source laser se déplace le long d'une ligne, les gradients de température sont très élevés près de la zone d'interaction laser-matériau sur le lit de poudre.



Figure 5: Impression des pièces

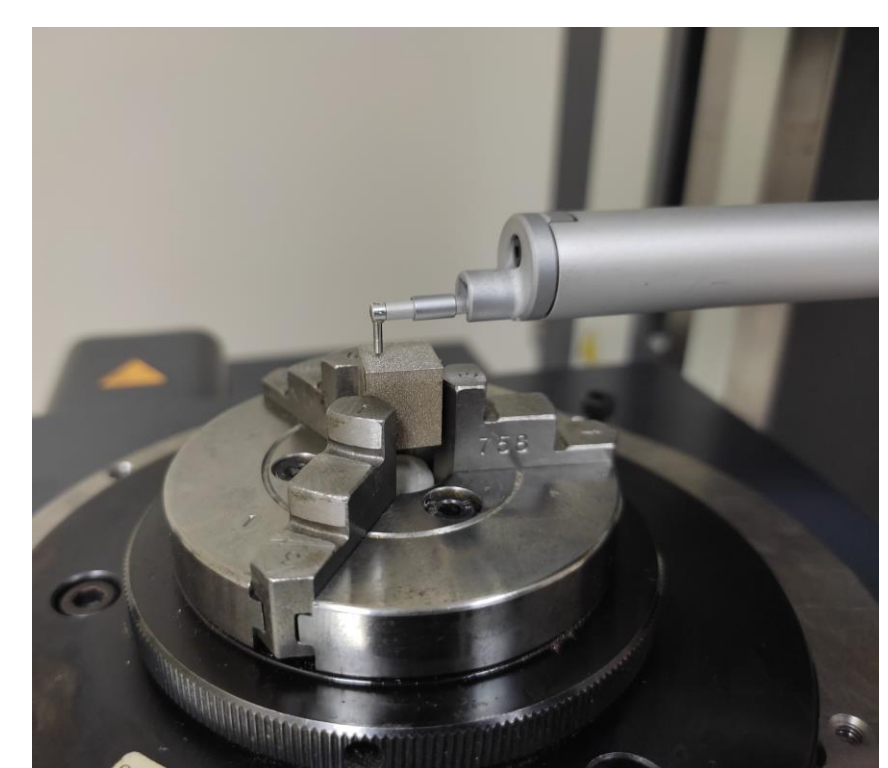


Figure 6: Mesure de rugosité

Conclusion

Les températures enregistrées sur et entre les lignes de fusion nous donnent une idée de la qualité de la fusion des couches de poudre avec les paramètres sélectionnés. Cette distribution de température vers l'arrière du laser a également été rapportée dans d'autres travaux de simulation [1], [2] et [3]. Le calcul numérique a montré que la fusion dans les couches de poudre est complète et que la température simulée atteinte ne dépasse pas la température d'évaporation du matériau. Ce résultat est corroboré par les résultats des mesures de rugosité. L'application développée dans le cadre de ce projet présente un bon moyen d'aider au choix des paramètres pour ce type d'application du procédé SLM.

Références

- [1]: N Ahmed, Imad Barsoum, G Haidemenopoulos, and RK Abu Al-Rub. Process parameter selection and optimization of laser powder bed fusion for 316l stainless steel : A review. *Journal of Manufacturing Processes*, 75:415–434, 2022..
- [2]: Peyman Ansari, Asif Ur Rehman, Fatih Pitir, Salih Veziroglu, Yogendra Kumar Mishra, Oral Cenk Aktas, and Metin U Salamci. Selective laser melting of 316l austenitic stainless steel : Detailed process understanding using multiphysics simulation and experimentation. *Metals*, 11(7) :1076, 2021..
- [3] Sebastian Greco, Kevin Gutzeit, Hendrik Hotz, Benjamin Kirsch, and Jan C Aurich. Selective laser melting (slm) of aisi 316l—impact of laser power, layer thickness, and hatch spacing on roughness, density, and microhardness at constant input energy density. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 108(5) :1551–1562, 2020.