

---

## Travail de Fin d'Etudes : Modélisation thermo-mécanique par éléments finis d'impression 3D d'alliages métalliques

**Auteur** : van den Brule, Pierrick

**Promoteur(s)** : Duchene, Laurent

**Faculté** : Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme** : Master en ingénieur civil des constructions, à finalité spécialisée en "civil engineering"

**Année académique** : 2019-2020

**URI/URL** : <http://hdl.handle.net/2268.2/8931>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

**Auteur :** Pierrick van den Brule

**Promoteur :** Laurent Duchêne

---

# Modélisation thermo-mécanique par éléments finis d'impression 3D d'alliages métalliques

---

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES - INGÉNIEUR CIVIL DES CONSTRUCTIONS

Année académique 2019-2020

Ce travail de fin d'études consiste en l'étude de la comparaison entre deux logiciels éléments finis : *Lagamine* et *code\_aster* dans le cadre d'un processus de fabrication additive (FA) appelé Le laser cladding.

Le laser cladding est un processus d'impression basé sur l'utilisation d'un laser comme source de chaleur. Contrairement à d'autres FA qui se font sur lit de poudre, Le laser cladding est basé sur le mouvement de la source de chaleur dans laquelle on projette la poudre. Ce procédé est capable d'imprimer une gamme importante d'alliages métalliques. Ce dernier se veut notamment très intéressant pour la réparation des pièces endommagées. En effet, contrairement aux autres technologies d'impression, Le laser cladding peut être utilisé sur un substrat irrégulier.

Ce travail de fin d'études consiste en la réalisation d'un modèle élément fini numérique représentant un procédé de laser cladding pour la réparation d'une pièce en acier HSS ("High-speed steel") M4. La modélisation sera réalisée via 2 codes éléments finis distincts : *Lagamine* (développé à Uliège) et le *code\_aster* (développé par EDF, code Open source). Une étude destinée à comparer la production numérique de *Lagamine* par rapport à des expériences faites en laboratoire a déjà été réalisée à l'Université de Liège. Le modèle *Lagamine* a été calibré sur cette expérience. L'objectif de ce travail est de reproduire cette étude sur *code\_aster*. Les modèles numériques reconstitueront une expérience décrite dans l'article de R.T. Jardin, J. Tchoufang Tchoundjang, L. Duchêne, H.-S. Tran, N. Hashemi, R. Carrus, A. Mertens, A.M. Habraken, 2019

Dans ce travail, il vous sera présenté, d'une part, un état de l'art dans lequel il sera introduit brièvement diverses FA utilisant des poudres comme c'est le cas pour Le laser cladding, d'autre part, une définition plus approfondie du procédé de laser cladding. Ensuite, il sera présenté en quelques mots le type de matériaux utilisés pour cette expérience : les aciers rapides, leurs microstructures, leurs applications, etc. Enfin, la modélisation sur *Lagamine* puis *code\_aster* de ce procédé sera effectuée.

Ce procédé de modélisation comprendra une modélisation de la géométrie et du maillage, de la source de chaleur et des autres conditions limites à appliquer, du matériau ainsi que des lois thermiques correspondantes, du procédé d'activation des éléments, et ce, de manière fidèle aux conditions expérimentales.

Ce travail constitue un premier pas vers le développement d'un modèle thermo-mécanique complet.