

Modélisation multiphysique 2D axisymétrique de procédés de soudage et de fabrication additive arc-fil

Stephen Cadiou¹, Mickael Courtois¹, Muriel Carin¹, Philippe Le Masson¹, Lauriane Guilmois^{2,3}, Pascal Paillard²

¹Univ. Bretagne Sud, UMR CNRS 6027, IRDL, F-56100 Lorient, France

²Polytech Nantes, UMR 6502, IMN F-44000 Nantes, France

³IRT Jules Verne, Chemin du Chaffault, F-44340 Bouguenais, France

mél: stephen.cadiou@univ-ubs.fr

Les procédés de fabrication additive (FA) de pièces métalliques sont des technologies à fort potentiel présentant des phénomènes physiques proches des procédés de soudage. Les présents travaux se concentrent sur la fabrication additive arc fil (WAAM), qui assure un taux de dépôt très élevé permettant ainsi la fabrication de pièces de grandes dimensions. Ce procédé, similaire au procédé de soudage MAG, utilise un arc électrique en tant que source de chaleur et un fil en tant que matériau d'apport. Cependant, une compréhension approfondie des phénomènes physiques impliqués dans le WAAM est souhaitable pour produire des pièces fiables et sans défaut. La simulation numérique permet de comprendre efficacement l'influence des paramètres opératoires sur la géométrie des dépôts, les cycles thermiques, la microstructure, les distorsions et les contraintes résiduelles observées dans les pièces obtenues par FA.

Dans cette étude, un modèle numérique portant sur la FA a été développé afin d'obtenir la géométrie de la pièce ainsi que son champ de température à partir des paramètres opératoires. Ce modèle prédictif prend en compte l'électromagnétisme, la mécanique des fluides et le transfert thermique dans l'arc et le bain de fusion. Sont ainsi calculés les forces de Lorentz, les forces de cisaillement, la pression d'arc, l'effet Joule. Cette modélisation est développée à l'aide du logiciel COMSOL Multiphysics®. Un premier modèle du procédé Tungsten Inert Gas (TIG) a été développé afin de valider la partie arc-plasma.

Afin de simuler l'ajout de matière couche par couche et les changements topologiques forts, la méthode de suivi d'interface level set a été utilisée. Ce modèle a pour but de reproduire la construction d'une tige en acier inoxydable 304 en partant des paramètres opératoires. Le détachement des gouttes du métal d'apport, ainsi que leur chute le long de l'axe vertical sont modélisés afin de reproduire la géométrie ainsi que l'histoire thermique de la pièce. Pour valider ce modèle, la géométrie et le champ de température sont analysés et comparés aux données expérimentales (Fig. 1).

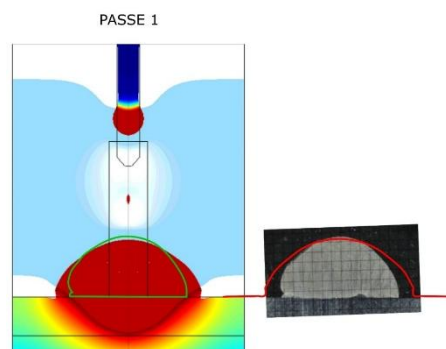


Figure 1: Comparaison de la forme obtenue entre l'expérience et la simulation numérique