

Proposition de sujet de thèse :

Design d'un procédé de mise en compression par impulsions électromagnétiques post soudage ou fabrication additive

Projet PaDaWAn – Labex Manutech-Sise

Ce projet s'intéresse au développement d'une technologie de mise en compression des surfaces par impulsions électromagnétiques (**ElectroMagnetic Peening**). L'objectif de ce procédé est d'introduire des contraintes résiduelles de compression en surface des pièces permettant d'augmenter leur durée de vie en limitant la propagation des fissures tout en durcissant les couches superficielles du matériau. La méthode consiste à décharger une très forte impulsion de courant (de l'ordre de 100 kA) à travers un inducteur sur des durées très courtes (environ $30\ \mu\text{s}$). Le champ magnétique ainsi créé génère à travers la pièce en regard des forces de Laplace qui permettent de déformer de manière permanente le matériau et de réaliser le traitement.

Les spécificités de ce procédé, développé dans le cadre d'un partenariat entre les laboratoires LaMCoS, Ampère et Mateis^{1,2} (voir Figure 1), sont qu'il permet de traiter en grande profondeur, ne pollue pas les surfaces traitées et ne modifie pas leur rugosité. Il est aussi possible de contrôler la profondeur et l'amplitude du traitement en pilotant les paramètres électriques et en s'appuyant sur une modélisation du procédé. C'est ce second point qui motive le présent projet.

Les laboratoires LTDS et LaMCoS, partenaires de ce projet ont aussi développé une expertise dans la simulation des procédés de fabrication^{3,4,5} (soudage, fabrication additive) et des couplages multi-physiques (mécanique, métallurgique, thermique, électrique) associés, voir Figure 2.

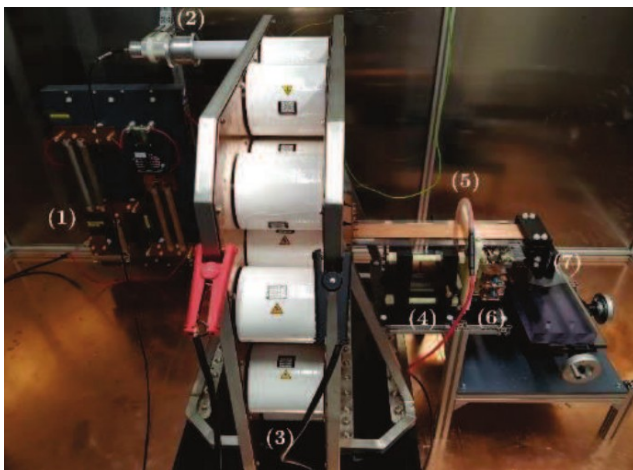


Figure 1 : Vue d'ensemble du dispositif EMP : banc de stockage de l'énergie à gauche (3), éclateur au centre (4), inducteur à droite posé sur une table XY (7)

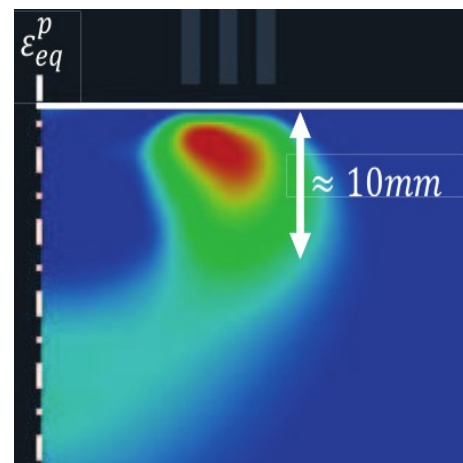


Figure 2 : Exemple de déformation plastique équivalente obtenue par le procédé d'après SONDE et al.

- 1 A.E. Sonde, PhD thesis, *Univ Lyon*, 2018
- 2 A. Chazotte-Leconte, PhD thesis, *Univ Lyon*, 2019
- 3 E. Feulvarch et al. *Science and Technology of Welding and Joining*, vol. 16, n°3, 2011, pp. 221-226.
- 4 R. Pascal et al., *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 39, 3, 2003, pp. 1535-1538.
- 5 V. Robin et al., *Mécanique & Industries*, vol. 9, n°2, 2008, pp. 133-138.

Le premier objectif de cette thèse sera de donc développer un modèle de simulation couplé électro-thermo-mécaniquement permettant une simulation aboutie du procédé. Ce modèle pourra être validé à partir des résultats du dispositif expérimental déjà existant. Le second objectif est de designer une opération de mise en compression (et notamment l'inducteur associé) faisant suite à une fabrication par soudage ou fabrication additive. Le chaînage des opérations sera ainsi réalisé numériquement et expérimentalement en s'appuyant sur les moyens des différentes laboratoires et d'entreprises partenaires.

Contacts :

- LaMCoS INSA Lyon – Thibaut Chaise <thibaut.chaise@insa-lyon.fr>, Aurélien Chazottes Leconte, Daniel Nélias
- LTDS ENISE – Jean-Michel Bergheau, Eric Feulvarch <eric.feulvarch@enise.fr>