



DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **19 juin 2019**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **CHAZOTTES Aurélien**

Titre de la thèse : « *Conception et fabrication d'un dispositif de mise en compression par impulsions électro magnétiques (EMP)* ».



Résumé

Les procédés de traitement de surface sont utilisés à l'échelle industrielle pour améliorer les performances de pièces mécaniques en introduisant des contraintes résiduelles de compression. Cette mise en compression de surface permet de limiter l'amorçage et la propagation de fissures dans le matériau. Ceci permet d'augmenter de façon significative la durée de vie en fatigue des pièces mécaniques ainsi traitées. L'utilisation de ces procédés dans l'industrie a démontré leur efficacité, mais aussi leurs limitations et inconvénients. Les défauts récurrents consistent en une profondeur traitée faible, une dégradation de l'état de surface (rugosité), des difficultés de contrôle, une contamination du matériau traité, etc. Ces défauts ont conduit à l'élaboration de nouveaux procédés innovants qui permettent de meilleures performances en évitant certains des inconvénients succinctement évoqués. Parmi ces procédés innovants, le traitement de surface par impulsion électromagnétique semble particulièrement intéressant. Ce procédé met en œuvre un puissant champ magnétique transitoire pour engendrer des forces de Laplace dans une pièce métallique et induire des contraintes résiduelles. Il n'existe que peu d'informations dans la littérature et il n'existe aucun dispositif expérimental de ce procédé. Cette thèse est dédiée à la conception et la réalisation d'un prototype de mise en compression électromagnétique.

Le premier chapitre de cette thèse est un état de l'art des technologies de mise en compression et du procédé de mise en compression par impulsion électromagnétique. Ainsi, les besoins de ce procédé sont identifiés et les technologies pouvant répondre à ces besoins sont explorées. Le deuxième chapitre, après une sélection de la structure globale du dispositif, va consister aux dimensionnements des éléments du prototype EMP. Cette étude commencera avec une étude sur l'inducteur qui va être utilisé avant de continuer sur le dimensionnement du stockage d'énergie et de l'interrupteur de décharge. Afin de valider le dimensionnement des composants précédents, une simulation électromagnétique 3D du système est réalisée. L'assemblage du prototype est présenté dans le troisième chapitre ainsi qu'une première campagne d'essai sur un alliage d'aluminium. Deux types d'éprouvettes sont testées : une éprouvette fine pour vérifier visuellement la mise en compression (essai Almen) et une éprouvette massive afin d'évaluer la profondeur traitée. Une modélisation multiphysique 3D du procédé est réalisée afin de corréliser ces résultats avec l'expérience. Dans un dernier chapitre, une étude exploratoire est menée sur un matériau ferromagnétique, le mumétal, pour visualiser l'influence des contraintes résiduelles sur les propriétés magnétiques de ce dernier.

Mots clés : Mise en compression par impulsion électromagnétique, traitement de surface, générateur d'impulsion électromagnétique, générateur d'impulsion de courant, électromagnétisme, haute tension, contraintes résiduelles, matériaux magnétiques, éléments finis.