

**Titre :** Assemblage et désassemblage par impulsion magnétique de structures hybrides métal composites pour la protection balistique.

**Mots clés :** Structures stratifiées, Essais de soudage et de désassemblage par impulsions magnétiques, Méthode des caractéristiques, Problèmes d'optimisation, Simulations numériques du désassemblage, Essais balistiques.

**Résumé :** La protection balistique des véhicules légers est un aspect essentiel des opérations militaires modernes. Généralement, ces protections sont des structures stratifiées composées de métal, de céramique et de textiles à haute performance, assemblées à l'aide d'éléments de fixations ou de colle. Toutefois, ces méthodes d'assemblage tendent à créer des points faibles dans les structures. En outre, leur hétérogénéité les rend difficiles à recycler ou à réparer.

Ce travail vise donc à étudier la possibilité d'assembler et de désassembler des structures stratifiées en utilisant une seule technologie : l'impulsion magnétique. Les fenêtres de soudabilité des matériaux utilisés dans le blindage balistique, à savoir Al 5754, Al 7075 et

MARS 380, ont été déterminées pour le soudage par impulsions magnétiques en utilisant des inducteurs en forme de O ou de U. Le couple Al 5754- Al 7075 assemblé avec l'inducteur en forme de O, a été utilisée pour fabriquer des structures stratifiées qui ont été soumises à des essais balistiques démontrant leur pertinence dans a fabrication de blindages. Dans un second temps, des analyses analytique et numérique ont permis de concevoir un stratifié optimisé pour le désassemblage par impulsions magnétiques. La faisabilité de cette technique a été faisabilité expérimentalement démontrée sur le générateur GEPI du CEA de Gramat et a permis de vérifier la pertinence des modèles proposés.

**Title :** Magnetic pulse assembly and disassembly of hybrid metal composite structures for ballistic protection.

**Keywords :** Laminated structures, Magnetic pulse welding and disassembly tests, Method of characteristics, Optimisation problems, Numerical simulations of disassembly, Ballistic tests.

**Abstract:** Ballistic protection for light vehicles is a critical aspect of modern military operations. Typically, these shields are laminate structures composed of metal, ceramic, and high-performance textiles, assembled using fasteners or adhesive bonding. However, these assembly methods tend to introduce weak points in the structures. Additionally, their heterogeneity makes them difficult to recycle or repair.

Therefore, this work aims to explore the possibility of assembling and disassembling laminates using a single technology: magnetic pulse technology. The weldability windows of materials used in ballistic shielding, namely Al 5754, Al 7075, and MARS 380, have been determined using magnetic pulse welding with

two types of inductors: O-shape and U-shape. Subsequently, the Al 5754 - Al 7075 combination, assembled with the O- shape inductor, was used to build laminate structures. These structures were subjected to ballistics tests, which highlighted their potential for use in ballistic shielding.

Furthermore, an optimised laminate has been designed for magnetic pulse disassembly through both analytical and numerical analyses. Then, an experimental proof of concept was conducted at the CEA of Gramat, on GEPI generator which allow to show the relevance of the proposed modellings.