

Nom – Prénom	THIEBAUD - Frédéric
Laboratoire de rattachement	Laboratoire d'Etude, des Microstructures, et de Mécanique des Matériaux – LEM3
Intitulé du diplôme HDR	Mécanique des Matériaux
Titre de l'HDR	Contribution à la caractérisation expérimentale et la simulation numérique de la réponse statique et dynamique des structures en alliages à mémoire de forme.

Abstract (français)

Les Alliages à Mémoire de Forme (AMF) sont très largement utilisés en tant que matériaux adaptatifs pour réaliser des capteurs ou des actionneurs intelligents. Les travaux exposés dans ce mémoire synthétisent les études réalisées sur trois types d'applications : les limes endodontiques (biomédical), les amortisseurs passifs (génie civil) et les récupérateurs énergétiques (développement durable). Pour optimiser les performances mécaniques des limes endodontiques, l'utilisation d'un AMF à base cuivre a été envisagée. Des simulations numériques associées à des essais expérimentaux de flexion-torsion et de pénétration-retrait ont permis de démontrer le potentiel des AMF à base cuivre pour ce type d'applications. Enfin, l'influence des traitements thermiques sur ces instruments a également été étudiée, permettant ainsi d'améliorer leur performances mécaniques grâce à ce type de procédé post-fabrication.

Des essais expérimentaux de type Analyse Mécanique Dynamique (AMD) et une modélisation de la raideur et de l'amortissement à partir du concept de module d'Young complexe ont permis de comparer le pouvoir amortissant de quatre nuances d'AMF, et d'étudier le comportement dynamique d'un ressort hélicoïdal et d'une plaque trouée superélastiques en fonction de certains paramètres physiques tels que la fréquence, la température et l'amplitude des vibrations. Enfin, des essais expérimentaux thermo-électro-mécaniques sur des composites piézoélectriques-AMF ont permis de démontrer le potentiel de ces matériaux en tant que récupérateurs énergétiques fonctionnant à partir de variations de la température. Au bilan, l'ensemble de ces travaux ont permis de contribuer à la caractérisation expérimentale et la simulation numérique de la réponse statique et dynamique des structures en AMF.

Abstract (anglais)

Shape Memory Alloys (SMAs) are widely utilized as adaptive materials for the creation of intelligent sensors or actuators. The studies presented in this dissertation synthesize research conducted on three types of applications: endodontic files (biomedical), passive dampers (civil engineering), and energy harvesters (sustainable development). To optimize the mechanical performance of endodontic files, the use of a copper-based SMA was considered. Numerical simulations, coupled with experimental tests involving flexural-torsional and penetration-withdrawal, demonstrated the potential of copper-based SMAs for such applications. Furthermore, the influence of heat treatments on these instruments was also explored, thereby enhancing their mechanical performance through this post-fabrication process.

Experimental tests of Dynamic Mechanical Analysis (DMA) type and a modeling of the stiffness and the damping effect based on the concept of complex Young's modulus were employed to compare the damping ability of four SMA grades and investigate the dynamic behavior of a superelastic helical spring and a perforated superelastic plate based on certain physical parameters such as frequency, temperature, and vibration amplitude. Finally, thermo-electro-mechanical experimental tests on piezoelectric-SMA composites demonstrated the potential of these materials as energy harvesters operating based on temperature variations. Overall, these studies have contributed to the experimental characterization and numerical simulation of the static and dynamic response of SMA structures.