



## Avis de soutenance

Sous réserve de l'avis des rapporteurs

**Keliane MEGRET**

Soutiendra publiquement ces travaux de thèse intitulés :

***Conception de matériaux architecturés multistables pour les interfaces automobiles / Design of Multistable Architected Materials for Automotive Interfaces***

**Le 07 octobre 2025 à 10 h**

ENSAM

151 boulevard de l'Hôpital

75013 Paris

**Amphi Bézier**

Justin DIRRENBARGER , Pimm, ENSAM, Directeur de thèse  
M. Stéphane VIOLLET , ISM, Aix-Marseille Université , Co-directeur de thèse

### Résumé

Récemment, les matériaux traditionnels ont été surpassés par des solutions avancées, et notamment par les matériaux architecturés. En particulier, les mécanismes souples multistables se sont imposés comme des solutions prometteuses pour concevoir des interfaces automobiles. Dans le secteur automobile, ces mécanismes monolithiques présentent des avantages significatifs, notamment la réduction du nombre de pièces, du nombre de matériaux utilisés, et du poids des véhicules, contribuant ainsi à la

conception de pièces plus durables et à la diminution des émissions de gaz à effet de serre. Cette étude propose une méthodologie de conception pour intégrer ces mécanismes comme nouvelles interfaces au sein de l'habitacle, en conciliant performances mécaniques et expérience utilisateur. À la suite d'une revue systématique et d'une méta-analyse de la littérature, un protocole expérimental est établi afin d'évaluer l'interaction humaine avec un mécanisme bistable à quatre barres. Le but est d'analyser l'influence de la raideur et de la charge cognitive sur la performance de conduite et l'expérience utilisateur. Ensuite, un nouveau mécanisme bistable est conçu et optimisé à l'aide d'un algorithme génétique multi-objectifs, répondant à la fois aux exigences mécaniques et biomécaniques. Dans l'ensemble, en combinant modélisation mécanique et conception centrée sur l'humain, cette approche permet de développer des interfaces monolithiques adaptées aux attentes des utilisateurs. La méthodologie proposée est généralisable et peut être appliquée pour remplacer des assemblages de pièces complexes dans divers cas d'application automobile

## **Abstract**

In recent years, traditional materials have been outperformed by advanced material solutions, such as architected materials. Specifically, multistable compliant mechanisms have emerged as promising opportunities to create shape-morphing automotive interfaces. In the automotive industry, these monolithic mechanisms offer substantial advantages, including reduced part count, lower material diversity, and decreased vehicle weight, factors that contribute to improved sustainability and reduced greenhouse gas emissions. This study presents a design methodology for integrating such mechanisms into vehicle cabin interfaces, balancing mechanical performance with user experience. Following a systematic review and meta-analysis, we establish a protocol to evaluate human interaction with a bistable four-bar mechanism, focusing on the influence of stiffness and cognitive load on driving performance and user experience. A novel bistable mechanism is then developed and optimized using a multi-objective genetic algorithm to meet both mechanical and biomechanical criteria. By combining mechanical modeling with human-centered design, this approach enables the creation of shape-morphing monolithic interfaces tailored to user expectations. The methodology is generalizable and may be extended to replace conventional multi-body assemblies in a wide range of automotive applications.

## **Mots clés :**

Matériaux architecturés, Mécanismes compliant, Design, Ingénierie mécanique, Biomécanique

## **Keywords**

Architected materials, Compliant mechanisms, Design, Mechanical engineering, Biomechanics

## **Composition du jury**

**M. Arthur LEBÉE**, Maître de conférences, Laboratoire Navier - École des Ponts ParisTech, **Rapporteur**

**Mme Lena ZENTNER**, Professeure des Universités, Technische Universität Ilmenau, **Rapportrice**

**M. Justin DIRRENBARGER**, Maître de conférences HDR, Conservatoire National des Arts et Métiers, **Directeur de thèse**

**M. Stéphane VIOLLET**, Directeur de Recherche CNRS, Pr. HDR, Equipe Biorobotique ISM, Aix-Marseille Université, **Co-directeur de thèse**

**M. Nicolas VIGNAIS**, Professeur des Universités, M2S – ENS Rennes, **Examineur**

**Mme Jamie PAIK**, Professeure des Universités, EPFL, **Examinatrice**

**Mme Noëlie DI CESARE**, Maître de conférences, Université Claude Bernard Lyon 1, **Examinatrice**

**M. Benjamin GOISLARD DE MONSABERT**, Maître de conférence, ISM - Aix-Marseille Université, **Examineur**

**M. Jocelyn MONNOYER**, Ingénieur de recherche, Dr., Stellantis, **Invité**

**Mme Marie JASPART**, UX Design Vision, M. Des., DS Automobiles - Stellantis, **Invitée**

