**Résumé :**

Ce mémoire explore l'étude et l'optimisation des paramètres de conception d'un métamatériau à base de TPU pour des applications architecturales. Ces métamatériaux, qu'ils soient mécaniques ou acoustiques, se distinguent par leurs propriétés uniques issues de leur structure et non de leur composition chimique, offrant ainsi des possibilités révolutionnaires. En utilisant des techniques avancées de modélisation et d'impression 3D, un métamatériau a été conçu et caractérisé pour améliorer sa flexibilité, compressibilité et absorption des chocs. Les résultats montrent que ces matériaux peuvent significativement améliorer le confort et la protection des structures architecturales. La flexibilité accrue permet une meilleure adaptation aux déformations, tandis que la compressibilité et l'absorption des chocs améliorées offrent une gestion optimale des forces et une protection renforcée contre les impacts. Cette recherche souligne le potentiel des métamatériaux à base de TPU dans l'architecture moderne, ouvrant la voie à de nouvelles applications innovantes.

**Mots clés :** métamatériau mécanique, métamatériau acoustique, essais mécaniques, TPU (polyuréthane thermoplastique), propriétés mécaniques, impression 3D.

**Abstract:**

This thesis explores the study and optimization of the design parameters of a TPU-based metamaterial for architectural applications. These metamaterials, whether mechanical or acoustic, are distinguished by their unique properties derived from their structure rather than their chemical composition, offering revolutionary possibilities. Using advanced 3D modeling and printing techniques, a metamaterial was designed and characterized to improve its flexibility, compressibility, and shock absorption. The results show that these materials can significantly improve the comfort and protection of architectural structures. Increased flexibility allows better adaptation to deformation, while improved compressibility and shock absorption provide optimal force management and enhanced protection against impacts. This research highlights the potential of TPU-based metamaterials in modern architecture, paving the way for innovative new applications.

**Keywords:** mechanical metamaterial, acoustic metamaterial, production, mechanical tests, TPU (thermoplastic polyurethane), Mechanical properties, printing 3D.

**ملخص:**

تستكشف هذه الأطروحة دراسة وتحسين معايير تصميم المواد المعتمدة على مادة TPU للتطبيقات المعمارية. وتتميز هذه المواد الخارقة، سواء كانت ميكانيكية أو صوتية، بخصائصها الفريدة المستمدة من بنيتها وليس تركيبها الكيميائي، مما يوفر إمكانيات ثورية. باستخدام تقنيات النمذجة والطباعة ثلاثية الأبعاد المتقدمة، تم تصميم مادة خارقة وتميزها لتحسين مرونتها وقابليتها للانضغاط وامتصاص الصدمات. تظهر النتائج أن هذه المواد يمكن أن تحسن بشكل كبير من راحة وحماية الهياكل المعمارية. تتيح المرونة المتزايدة تكيفًا أفضل مع التشوه، بينما توفر قابلية الضغط المحسنة وامتصاص الصدمات إدارة مثالية للقوة وحماية معززة ضد الصدمات. يسلط هذا البحث الضوء على إمكانات المواد المعتمدة على مادة TPU في الهندسة المعمارية الحديثة، مما يمهد الطريق لتطبيقات جديدة ومبتكرة.

### الكلمات المفتاحية: المواد الميكانيكية الخارقة، المواد الصوتية الخارقة الاختبارات الميكانيكية، بولي يورثان حراري، الطباعة ثلاثية الأبعاد.