

Titre : Identification de modèles pilotée par les données appliquée à l'hyperélasticité : acquisition et représentation de la densité d'énergie de déformation au cours d'essais multiaxiaux.

Mots clés : Identification, piloté par mes données, densité d'énergie de déformation, multiaxial.

Résumé : Modéliser la réponse mécanique des matériaux consiste à établir une relation (un modèle) entre contraintes et déformations, dépendant de paramètres identifiés à partir de données expérimentales issues d'essais mécaniques. D'une part, l'identification basée sur des essais homogènes n'apporte pas d'information sur la réponse du matériau soumis à des sollicitations complexes. D'autre part, l'identification basée sur des essais multiaxiaux est plus coûteuse numériquement et impose le choix du modèle a priori. Récemment, a émergé la possibilité de représenter le comportement mécanique des matériaux par une base de données plutôt que via une loi de comportement au travers de la « Data Driven Computational Mechanics ». Dans ce cadre, l'algorithme Data-

Driven Identification (DDI) développé par Leygue *et al.* (2018) permet d'estimer le champ de contrainte lors d'un essai multiaxial.

Cette thèse propose d'explorer la réponse cinématique puis mécanique complète de membranes élastomères sollicitées en grandes déformations multiaxiales grâce à un montage expérimental mettant en jeu un hexapode. La méthode DDI est ensuite utilisée pour déterminer la réponse en contraintes du matériau lors de ces essais. Deux développements sont finalement proposés : une méthode d'identification alliant DDI (sans modèle) et modèles de comportement, et une proposition d'amélioration des géométries d'éprouvettes pour les essais multiaxiaux.

Title : Data-Driven Model Identification for hyperelasticity: mapping the strain energy throughout multiaxial experiments.

Keywords : Identification, Data-Driven, strain energy density, multiaxial.

Abstract : Modeling the mechanical response of materials involves the derivation of a relationship (a model) between stresses and strains, depending on parameters. These parameters are identified from experimental data obtained from mechanical tests. On the one hand, identification based on simple tests (uniaxial tension, for example) provides no information on the response of materials subjected to complex loading conditions. On the other hand, identification based on multiaxial tests is more costly numerically and requires the model to be chosen at the outset of the procedure.

Recently, the possibility of representing the mechanical behaviour of materials by a database rather than via a behaviour law has emerged through "Data-Driven Computational

Mechanics". On this basis, the Data-Driven Identification (DDI) algorithm developed by Leygue *et al.* (Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 331, 184-196 (2018)) can be used to estimate the stress field during a multiaxial test. The present thesis explores the complete kinematic and mechanical response of elastomer membranes subjected to multiaxial large strain, using an original experimental set-up involving a hexapod. The DDI method is then used to determine the stress response of the material during these multiaxial tests. Two developments are finally presented: an identification method combining DDI (model-free) and standard constitutive models, and a proposal for improving sample geometries for multiaxial tests.