

Sujet de Thèse Doctorale :

« Construction et identification de modèles rhéologiques par méthode évolutionnaire – Application au comportement mécanique non-linéaire de matériaux avancés »

Descriptif :

Ce sujet de recherche a pour objectif de proposer un outil numérique robuste ayant pour vocation de construire des modèles de comportement mécanique adaptés aux matériaux avancés fortement non-linéaires. La complexité des voies d'élaboration de tels modèles, et leurs confrontations et calibrages aux bases de données expérimentales, s'avèrent en effet toujours d'une grande complexité par méthodes classiques de la littérature.

Un travail précédent [1,2] a permis de mettre en évidence l'intérêt de l'optimisation évolutionnaire pour l'identification de lois de comportement : les paramètres des éléments rhéologiques d'un modèle fixé ont ainsi été déterminé automatiquement et simultanément (par opposition aux méthodes « pas-à-pas » de la littérature), et ce via des bases de données expérimentales. L'outil numérique développé a démontré son efficacité, combinée à une grande souplesse d'utilisation.

Pour la présente étude (purement numérique), l'objectif consiste à étendre cette démarche à la construction et l'identification simultanées de modèles rhéologiques. L'application concernera le comportement mécanique élasto-visco-plastique de matériaux avancés (micro-structures et bio-composites, composites bio-sourcés, ...) via une vaste base de données expérimentales déjà disponible au sein du Laboratoire [3,4].

Cet outil d'optimisation (outil numérique, basé sur une algorithmique évolutionnaire) disposera ainsi d'une bibliothèque de composants rhéologiques élémentaires (raideurs, seuils, viscosités ... linéaires ou non) issus de la littérature. Il devra ainsi permettre la définition de l'agencement (en série, en parallèle, sur diverses branches) de ces composants élémentaires et des valeurs de leurs paramètres propres, et ce par confrontation avec des bases de données expérimentales. Au vu des quelques travaux antérieurs de la littérature, issus d'approches "empiriques", la difficulté principale de cette démarche consiste à limiter le nombre de branches, ainsi que leurs éventuelles ramifications : il conviendra ainsi de définir un critère de pénalité à appliquer sur les solutions au cours du processus évolutionnaire d'optimisation afin d'en limiter la complexité ainsi que le nombre de composants élémentaires. De plus, cet outil numérique devra, bien évidemment, permettre à l'utilisateur l'introduction de connaissances "a priori", telles que le nombre de phases (branches ou sous-branches rhéologiques) ou la présence obligatoire d'éléments rhéologiques spécifiques.

Mots-clés : mécanique non-linéaire ; rhéologie ; optimisation évolutionnaire

Références :

- [1] Abdul-Hameed H., Messenger T., Zaïri F., Naït-Abdelaziz M., « Large-strain viscoelastic-viscoplastic constitutive modeling of semi-crystalline polymers and model identification by deterministic/evolutionary approach », Computational Materials Science, vol.90, p.241-252, 2014
- [2] Abdul-Hameed H., Messenger T., Ayoub G., Zaïri F., Naït-Abdelaziz M., Qu Z., Zaïri F., « Two-phase hyperelastic–viscoplastic constitutive modelling of semi-crystalline polymers: Application to polyethylene with wide range of crystallinity », Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, vol.37, p.323-332, 2014
- [3] Nada Ben-Ltaief, Franck Nguyen, Toufik Kanit, Abdellatif Imad
Effect of particles morphology on the effective elastic properties of bio–composites reinforced by seashells: Numerical investigations, Journal of Composite Materials, 2022, 57 (2), pp.177-197
- [4] Hamdi Beji, Toufik Kanit, Tanguy Messenger, Nada Ben-Ltaief, Ahmed Ammar
Mathematical Models for Predicting the Elastic and Thermal Behavior of Heterogeneous Materials through Curve Fitting, Applied Sciences, 2023, 13 (24), pp.13206

Lieu :

Unité de Mécanique de Lille - Joseph Boussinesq (UML), ULR 7512,
Université de Lille (Campus Cité Scientifique)
<https://uml.univ-lille.fr/>

Contacts :

Tanguy Messenger
tanguy.messenger@polytech-lille.fr

Toufik Kanit
toufik.kanit@univ-lille.fr

Ahmed Ammar
ahmed.ammar@polytech-lille.fr