

Proposition d'un projet de recherche doctorale – ED 269

Equipe Génie Civil et Energétique / Laboratoire Icube UMR 7357

Directeur de thèse : Christophe Fond (PR – Equipe GCE)

Co-directeur de thèse : Pierre François (MCU HDR –Equipe MecaFlu)

Encadrant : Violaine Tinard (MCU – Equipe GCE)

Etude de la durabilité des élastomères :

Application aux dispositifs parasismiques en néoprène fretté

Contexte et objectifs

Ce projet de recherche doctorale s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre les équipes GCE (Génie Civil et Energétique) et Mecaflu (Mécanique des Fluides) du laboratoire ICube de Strasbourg.

Assurer la fiabilité à long terme de tout ou partie d'un ouvrage en cas de séisme représente un enjeu scientifique et industriel majeur, tant d'un point de vue de la protection des usagers qu'économique. La majorité des ouvrages d'art (ponts, centrales nucléaires, ...) sont équipés de dispositifs parasismiques, souvent en néoprène fretté (bloc d'élastomère vulcanisé renforcé intérieurement par une ou plusieurs frettes en acier), qui permettent d'accommoder de relativement grandes déformations tout en dissipant l'énergie mécanique.

Afin d'étudier la durabilité ou la conformité de ces dispositifs, il est généralement nécessaire de prélever, transporter et étudier des échantillons en laboratoire. Ce processus lent et coûteux ne permet en général pas de suivre en continu les évolutions des propriétés mécaniques liées aux effets thermiques, de fatigue ou de vieillissement de matériaux en place sur de longues périodes.

De plus, maîtriser le comportement de ces appareils d'appui implique une connaissance précise de la réponse de l'élastomère sous diverses sollicitations (biaxiales, quasi-statiques, dynamiques, ...). La difficulté réside dans la complexité de son comportement, notamment du fait de la non-linéarité de la réponse contrainte – déformation, de la sensibilité au taux de déformation et de l'effet Mullins. Une caractérisation fine de ce type de matériaux demande donc le développement et la mise en place de nombreux dispositifs expérimentaux qui, dans la plupart des cas, entraînent l'endommagement ou la destruction de l'échantillon.

Dans ce contexte, il apparaît nécessaire de développer de nouvelles méthodes innovantes de suivi de ces appareils d'appui, en combinant des systèmes de mesure non-destructifs originaux avec un modèle numérique prédictif fiable.

Travail proposé

Le doctorant étudiera expérimentalement l'effet du vieillissement sur le comportement des appareils d'appui en néoprène fretté. Pour cela, il s'inspirera de la littérature pour concevoir des dispositifs expérimentaux spécifiques à cette étude : mise en place d'un procédé de vieillissement accéléré en laboratoire et développement d'un système de mesures ultrasonores des propriétés mécaniques du néoprène. Les résultats seront ensuite utilisés pour proposer un modèle numérique complet d'appareil d'appui. Ce modèle, associé à des mesures ultrasonores in-situ devra permettre de prédire l'évolution du comportement d'appareils d'appui en place.

Moyens

Le doctorant disposera de dispositifs expérimentaux spécifiques déjà existants (systèmes de sollicitation biaxiale, systèmes d'émission/réception d'ultrasons, machine de fatigue hydraulique, enceinte climatique).

L'environnement et l'expérience scientifiques ainsi que la complémentarité des deux directeurs de thèse sont adéquats pour mener à bien ce projet. Les travaux menés précédemment sur l'étude du comportement des élastomères ainsi que les compétences en techniques de mesures ultrasonores sont autant d'atouts pour la réussite de ce projet.

Profil recherché

Le candidat doit être titulaire d'un master recherche dans un ou plusieurs des domaines suivants : matériaux, mécanique, contrôle non destructif, Une connaissance des matériaux polymères et élastomères serait un plus. Le candidat devra développer à la fois un volet expérimental et de la modélisation numérique.

Les candidats intéressés devront adresser par courriel un CV détaillé, une lettre de motivation, une copie de leurs derniers relevés de notes (M1 et M2) ainsi que les rangs de M1 et M2. Des courriers de recommandation seront les bienvenus.

Le dossier de candidature complet est à envoyer aux personnes suivantes : Christophe FOND (christophe.fond@unistra.fr), Pierre FRANCOIS (pierre.francois@unistra.fr) et Violaine TINARD (vtinard@unistra.fr).

Références

- [1] Q.-T. Nguyen, V. Tinard, C. Fond. The modelling of nonlinear rheological behaviour and Mullins effect in High Damping Rubber, *International Journal of Solids and Structures*, 75-76:235-246, 2015.
- [2] V. Tinard, M. Brinster, P. François, C. Fond. Experimental assessment of sound velocity and bulk modulus in high damping rubber bearings under compressive loading, *Polymer Testing*, 65:331-338, 2018.
- [3] V. Tinard, P. François, C. Fond. The potential scope of the ultrasonic surface reflection method towards mechanical characterisation of isotropic materials. Part 1. A theoretical analysis, *Experimental Mechanics*, Springer, Vol. 61:1153-1160, 2021. IF: 2.808, doi: 10.1007/s11340-021-00730-9.

[4] V. Tinard, P. François, C. Fond. The potential scope of the ultrasonic surface reflection method towards mechanical characterisation of isotropic materials. Part 2. Experimental results, *Experimental Mechanics*, Springer, Vol. 61:1161-1170, 2021. IF: 2.808, doi: 10.1007/s11340-021-00731-8.

[5] L. Chiriatti, V. Tinard, P. François, V. Le Houérou. Non-destructive evaluation of longitudinal elastic modulus of freestanding thin material layers using a waveguide-based method, *Materialia*, 2022. doi: 10.1016/j.mtla.2022.101605

Informations complémentaires

Cette proposition de thèse est faite dans le cadre d'une demande de financement ministériel (MESR / ~1550 € net/mois) de l'école doctorale 269 Mathématiques, Sciences de l'Information et de l'Ingénieur (<http://ed.math-spi.unistra.fr>) de l'Université de Strasbourg.