



Université Lille Nord de France
Pôle de Recherche
et d'Enseignement Supérieur

Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur Lille Nord-de-France - 072



Titre : Fatigue thermomécanique des élastomères : critère de durée de vie basé sur l'endommagement avec prise en compte du vieillissement physico-chimique

Financement prévu : Université Lille

Cofinancement éventuel : demande en attente (autre université)

(Co)-Directeur de thèse : Moussa NAIT ABDELAZIZ

E-mail : moussa.nait-abdelaziz@univ-lille.fr

Co-directeur de thèse :

E-mail :

Laboratoire : UML EA 7512

Equipe :

Descriptif :

Grâce à leurs propriétés mécaniques particulières, notamment leur capacité à subir de grandes déformations d'une part, et à dissiper de l'énergie d'autre part, les élastomères chargés sont de plus en plus employés dans de nombreux domaines industriels et plus particulièrement dans celui des transports. La plupart des composants sont soumis à des sollicitations cycliques et les chargements sont souvent multiaxiaux et non proportionnels. L'optimisation de tels composants en termes de durée de vie nécessitent donc de mettre en place des critères permettant de quantifier leur tenue mécanique. Depuis quelques années, le regain d'intérêt sur ce sujet a permis d'ouvrir des pistes de travail tout à fait prometteuses. Il s'agira dans ce travail de thèse de construire un critère de durée de vie basé sur le cumul de dommage, en transformations finies en prenant en compte le phénomène d'auto-échauffement et ce, dans la continuité des thèses de Mr Ayoub et de Mr Ovalle.

En effet la thèse de Mr Ayoub a permis de mettre en place un critère basé sur l'endommagement. Ce critère a été validé sur des trajets de chargement biaxiaux en traction torsion mais également sur des chargements de type aléatoire, du fait même de la variable d'endommagement introduite permettant de cumuler cycle par cycle le dommage subi par le matériau.

Le sujet s'est poursuivi avec la thèse de Mr Ovalle qui a permis de construire un modèle de comportement thermomécanique permettant l'estimation des niveaux de températures en cours de cyclage dû à l'auto échauffement.



Dans la continuité de ce travail, nous souhaitons donc enrichir ce modèle thermomécanique de prédiction de la durée de vie en y intégrant les effets de l'auto-échauffement et du vieillissement thermo-oxydant induit par la température. Pour cela nous souhaitons développer une loi de comportement à base physique (inspirée du modèle d'Arruda-Boyce) permettant de relier les paramètres du modèle à la cinétique chimique de dégradation des propriétés en prenant comme indicateur la masse molaire entre nœuds de réticulation par exemple.

Programme et échéancier du travail :

Programme général

Dans ce projet, nous nous proposons d'introduire le vieillissement physico-chimique dans la loi de comportement afin d'enrichir notre critère de prédiction basée sur une loi d'endommagement qui dérive du potentiel hyper élastique mis en œuvre.

La thèse comportera donc un volet expérimental (essais de traction- torsion, compression-torsion) sur des matériaux vierges et vieillis à différentes températures et pour différents temps de maintien.

La modélisation de la prédiction de la durée de vie se fera sur la base d'un modèle de comportement couplé à l'endommagement prenant en compte :

Ø Les aspects thermomécaniques liés à l'auto échauffement en cours de fatigue (travail partiellement avancé)

Ø l'influence du vieillissement physico-chimique sur la durée de vie résiduelle.

Echéancier

1ère année : veille bibliographique, choix des matériaux (différentes fractions volumiques de renforts), mise en place du protocole expérimental, réalisation d'essais en traction alternée et en torsion, mesure des champs cinématiques et thermiques, vieillissement accéléré.

2ème année : essais en traction-torsion et compression-torsion combiné, essais en phase et essais hors phase. Validation du critère. Approfondissement de l'approche endommagement avec notamment la prise en compte de l'autoéchauffement et du vieillissement physico-chimique.

3ème année : poursuite des essais. Extrapolation aux temps longs du vieillissement à partir des essais de vieillissement accéléré sur la base du principe d'équivalence temps-température. Implémentation du modèle dans un code éléments finis. Ecriture d'articles et participation à des conférences.

Candidat recherché : Niveau Master 2 avec de bonnes connaissances en mécanique des matériaux. Le candidat devra développer à la fois un volet expérimental et de la modélisation. Il devra donc motiver sa candidature sur ces 2 aspects. Des connaissances basiques sur la physique des polymères seraient un bonus.