

Avis de Soutenance

Adjovi Abueno Kanika Christell TCHALLA

Sciences des Matériaux : Mécanique des matériaux

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Contribution à la modélisation multi-échelle des matériaux.

Soutenance prévue le **jeudi 17 septembre 2015** à 14h00

Lieu : Université de Lorraine Ile du Saulcy 57045 Metz salle AMPERE

Composition du jury proposé

M. Hamid ZAHROUNI	LEM3	Directeur de thèse
M. Salim BELOUETTAR	Luxembourg Institute of Science and Technology (ex-CRP Henri Tudor)	CoDirecteur de thèse
M. Antonio FERREIRA	Depto. de Engenharia Mecanica e Gestao Industrial	Rapporteur
M. Boussad ABBES	ESIREims, Université de Reims Champagne Ardenne	Rapporteur
M. Paul LIPINSKI	ENIM LABPS	Examineur
M. Hakim NACEUR	ENSIAME, Université de Valenciennes	Examineur
M. Ahmed MAKRADI	Luxembourg Institute of Science and Technology (ex-CRP Henri Tudor)	Examineur
M. Andreas ZILIAN	Université du Luxembourg	Examineur

Mots-clés : Micromécanique, Matériaux composites., Schéma incrémental, Homogénéisation, Elasto-plasticité, Endommagement ductile

Résumé :

Nous proposons dans cette thèse diverses approches, pour l'amélioration de la modélisation et la simulation multi-échelle du comportement des matériaux composites. La modélisation précise et fiable de la réponse mécanique des matériaux composite demeure un défi majeur. L'objectif de ce travail est de développer des méthodologies simplifiées et basées sur des techniques d'homogénéisation existantes (numériques et analytiques) pour une prédiction efficiente du comportement non-linéaire de ces matériaux. Dans un premier temps un choix à été porté sur les techniques d'homogénéisation par champs moyens pour étudier le comportement élasto-plastique et les phénomènes d'endommagement ductile dans les composites. Bien que restrictives, ces techniques demeurent les meilleures en termes de coût de calcul et d'efficacité. Deux méthodes ont été investiguées à cet effet: le Schéma Incrémental Micromécanique (SIM) en modélisation mono-site et le modèle Mori-Tanaka en modélisation multi-site (MTMS). Dans le cas d'étude du comportement élasto-plastique, nous avons d'une part montré et validé par la méthode des éléments finis que la technique d'homogénéisation SIM donne un résultat plus précis de la modélisation des composites à fraction volumique élevée que celle de Mori-Tanaka, fréquemment utilisée dans la littérature. D'autre part nous avons étendu le modèle de Mori-Tanaka (M-T) généralement formulé en mono-site à la formulation en multi-site pour l'étude du comportement élastoplastique des

composites à microstructure ordonnée. Cette approche montre que la formulation en multi-site produit des résultats concordants avec les solutions éléments finis et expérimentales. Dans la suite de nos travaux, le modèle d'endommagement ductile de Lemaître-Chaboche a été intégré à la modélisation du comportement élastoplastique dans les composites dans une modélisation multi-échelle basée sur le SIM. Cette dernière étude révèle la capacité du modèle SIM à capter les effets d'endommagement dans le matériau. Cependant, la question relative à la perte d'ellipticité n'a pas été abordée. Pour finir nous développons un outil d'homogénéisation numérique basé sur la méthode d'éléments finis multi-échelles (EF2) en 2D et 3D que nous introduisons dans le logiciel conventionnel ABAQUS via sa subroutine UMAT. Cette méthode (EF2) offre de nombreux avantages tels que la prise en compte de la non-linéarité du comportement et de l'évolution de la microstructure soumise à des conditions de chargement complexes. Les cas linéaires et non-linéaires ont été étudiés. L'avantage de cette démarche originale est la possibilité d'utilisation de toutes les ressources fournies par ce logiciel (un panel d'outils d'analyse ainsi qu'une librairie composée de divers comportements mécaniques, thermomécaniques ou électriques etc.) pour l'étude de problèmes multi-physiques. Ce travail a été validé dans le cas linéaire sur un exemple simple de poutre en flexion et comparé à la méthode multi-échelle ANM (Nezamabadi et al. (2009)). Un travail approfondi sera nécessaire ultérieurement avec des applications sur des problèmes non-linéaires mettant en évidence la valeur de l'outil ainsi développé.