

# Avis de Soutenance

Yu CONG

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

## Modélisation multi-échelle des coques hétérogènes micro et nano structurées

Multiscale modeling of shells with heterogeneous micro  
and nanostructure

Soutenance prévue le *vendredi 06 décembre 2013* à 14h

Ile du Saulcy 57045 Metz France salle Amphi Hermite

### Composition du jury

M. Patrice CARTRAUD	École Centrale de Nantes	Rapporteur
M. Stephan DIEBELS	Universität des Saarlandes	Rapporteur
M. Yingqiao GUO	Université de Reims Champagne-Ardenne	Examineur
M. Frédéric LEGOLL	École Nationale des Ponts et Chaussées	Examineur
M. Saeid NEZAMABADI	Université de Montpellier 2	Examineur
M. Hamid ZAHROUNI	Université de Lorraine	Directeur de thèse
M. Julien YVONNET	Université Paris-Est	Codirecteur de thèse

### Résumé:

Nous proposons dans cette thèse de doctorat plusieurs méthodes de modélisation et de simulation pour les structures minces comportant des hétérogénéités à l'échelle microscopique et nanométrique. Les objectifs sont de développer à la fois des approches de modélisation simplifiées (homogénéisées) pour ces structures et des méthodologies numériques efficace pour le calcul de leur réponse. Nous développons dans un premier temps une méthode numérique originale permettant de calculer la réponse de structures minces constituées de mono-couche de carbone, telles que le graphène ou les nanotubes dans un cadre quasi-statique, pour de fortes non linéarités géométriques allant jusqu'au post-flambement, par une technique originale combinant une méthode de développement en série et la mécanique atomistique. Nous introduisons ensuite une méthode d'homogénéisation numérique permettant de construire un modèle coque utilisant une cinématique enrichie à 7 paramètres à partir de calculs microscopiques sur un volume élémentaire Représentatif (VER) décrit par un modèle volumique. L'approche est développée dans le cadre des petites déformations et une extension au cadre des grandes déformations avec possible flambement global est proposée. Nous appliquons la technique tout d'abord pour des modèles microscopiques décrits par des modèles continus, puis à des films minces d'épaisseurs nanométriques où le VER est décrit par dynamique moléculaire. Enfin, nous proposons une technique multi échelle numérique de calcul des structures hétérogènes non linéaires en grandes déformations, où de possibles instabilités peuvent intervenir à la fois au niveau microscopique et macroscopique. Pour cela, une approche couplant deux échelles, où l'un des modèles est décrit par le modèle coque précédemment introduit, et un modèle volumique local, est développée, en permettant un traitement efficace des non linéarités et des instabilités par le biais de développements asymptotiques.

**Mots-clés:** modélisation multi échelle, coque, instabilités, nanostructure, graphène, méthode éléments-finis