

**AVIS DE SOUTENANCE D' HDR**

-----

**Mostapha TARFAOUI**

**présentera ses travaux d'habilitation à diriger des recherches  
au Laboratoire Brestois de Mécanique et des Systèmes - EA 4325 - ENSIETA/UBO/ENIB  
Mécanique des Structures Navales**

**Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs - 2 rue François Verny - 29806 BREST Cedex 9.**

-----

**Sujet :**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DU COMPORTEMENT MECANIQUE ET DE LA  
CINETIQUE  
DE L'ENDOMMAGEMENT DES MATERIAUX COMPOSITES SOUS  
CHARGEMENT DYNAMIQUE**

-----

La soutenance se déroulera

**le Lundi 15 décembre 2008 à 13 h 30  
ENSIETA - Amphi n°2**

-----

**Membres du jury :**

Rapporteur	M <sup>R</sup> Michel POTIER-FERRY Professeur des universités – Université Paul Verlaine, Metz.
Rapporteur	M <sup>R</sup> Alain VAUTRIN Professeur des universités – Ecole des Mines St. Etienne.
Rapporteur	M <sup>R</sup> Daniel COUTELLIER Professeur des universités – ENSIAME, Valenciennes.
Examineur	M <sup>R</sup> Didier BAPTISTE Professeur des universités – INRS, Paris.
Examineur	M <sup>R</sup> Abdelatif IMAD Professeur des universités – Polytech'Lille, Lille.
Examineur	M <sup>R</sup> Fodil MERAGHNI Professeur des universités – ENSAM, Metz.
Examineur	M <sup>R</sup> Blaise NSOM Professeur des universités – UBO, Brest.
Examineur	M <sup>R</sup> Jean Marc LAURENS HDR – ENSIETA, Brest.

**Résumé:** Mes activités de recherche s'articulent principalement autour du développement d'approches théoriques, expérimentales et numériques dans l'objectif d'une meilleure description du comportement élastique endommageable de matériaux composites avec et sans renfort 3D sous chargement dynamique en termes de réponse dynamique et cinétique d'endommagement. La ligne directrice de ces travaux est la compréhension de l'apparition et de l'évolution de l'endommagement. Cette compréhension vise à mieux décrire, simuler et optimiser le comportement macroscopique de matériaux et structures composites par des approches multi-échelles en intégrant certains aspects de leur microstructure.

Dans cet état d'esprit, mes travaux de recherche sont menés en développant conjointement deux approches complémentaires: l'investigation expérimentale et la modélisation multi-échelles du comportement mécanique. Ces deux approches ont été enrichies ensuite par une troisième orientation. Celle-ci porte sur les développements d'algorithmes numériques visant à implémenter les lois de comportement dans des codes de calcul de structures par éléments finis.

Le développement de l'approche expérimentale a permis de mettre en œuvre, valider et exploiter des méthodologies expérimentales originales pour le suivi et l'identification des processus d'endommagement dynamique. La synergie de ces techniques expérimentales a contribué à identifier finement les mécanismes microscopiques et macroscopiques de dégradation progressive et à cerner leur cinétique d'évolution dans le cas de sollicitations dynamiques. Actuellement, ces techniques expérimentales sont complétées par l'exploitation de méthodes de mesures de champs thermiques par thermographie infrarouge.

L'approche théorique est consacrée à la mise en œuvre de modèles de lois de comportement de matériaux composites basés sur des approches micromécaniques multi-échelles. La modélisation micromécanique permet de reconstruire analytiquement et numériquement le comportement macroscopique du matériau équivalent à partir du comportement des constituants à diverses échelles. Dans cette reconstitution théorique ont été intégrées explicitement les évolutions de l'endommagement, identifiées expérimentalement, à l'échelle microstructurale et aux échelles supérieures pertinentes. Les modèles micro et macro mécaniques proposés ont contribué à cerner l'influence des paramètres micro et macro structuraux, à prendre en compte les phénomènes locaux de dégradation et à décrire finement la physique de leur évolution.

Le travail numérique est orienté vers la formulation de nouveaux éléments pour la prise en compte de l'endommagement par fissuration. En se basant sur la mécanique de l'endommagement et de la rupture, la méthode des éléments cohésifs avec régularisation visqueuse a été implémentée dans le code de calcul Abaqus implicit. L'utilisation d'un code implicite lors de l'implémentation d'une loi bilinéaire génère une divergence du calcul avec une forte dépendance au maillage. L'introduction de la régularisation visqueuse a permis de résoudre ce problème. Dans ce modèle de zone cohésive intégré dans le code de calcul ABAQUS, les approches de changement d'échelles ont été couplées aux approches mécaniques de l'endommagement et de la rupture traduisant les cinétiques d'endommagement. Ce travail a été également, pour moi, l'occasion d'étendre le modèle micromécanique pour prédire et optimiser le comportement de composites à renfort tridimensionnel.