



**Groupe thématique transverse**  
**« Activités Universitaires en Mécanique »**

**Annnonce de thèse HDR**

**Farid ABED-MERAIM**

Laboratoire de Physique et Mécanique des Matériaux  
Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, ENSAM ParisTech CER Metz

soutiendra son HDR - Arts et Métiers ParisTech CER Metz

une thèse ayant pour titre :

**CONTRIBUTIONS A LA PREDICTION D'INSTABILITES DE TYPE STRUCTURE ET  
MATERIAU : MODELISATION DE CRITERES ET FORMULATION D'ELEMENTS FINIS  
ADAPTES A LA SIMULATION DES STRUCTURES MINCES**

le lundi 7 décembre 2009 à 14h00  
dans l'amphithéâtre 2 de l'ENSAM (campus Technopôle)

**Jury :**

M. René BILLARDON, Pr, Univ. Paris VI, LMT ENS Cachan  
M. Philippe BOISSE, Pr, INSA Lyon, LaMCoS  
M. Jean-Philippe PONTHOT, Pr, Univ. de Liège, Institut de Mécanique-Aérospatiale et mécanique/LTAS-MN2L  
M. Marcel BERVEILLER, Pr, Arts et Métiers Paris Tech CER de Metz, LPMM  
M. Georges CAILLETAUD, Pr, Ecole des Mines ParisTech, Centre des Matériaux de l'Ecole des Mines  
M. Alain COMBESCURE, Pr, INSA de Lyon, LaMCoS  
M. Michel POTIER-FERRY, Pr, UPV-M, LPMM

**Résumé :**

*Les travaux de recherche présentés dans cette HDR sont répartis en 3 thématiques complémentaires. La première concerne la modélisation des instabilités locales dans les matériaux métalliques (localisation, striction...). Il s'agit de développer des outils théoriques et numériques de prédiction de ces phénomènes et leur validation au travers de courbes limites de formage pour des aciers ferritiques ou dual-phase. Deux approches complémentaires ont été adoptées : la première est micromécanique se basant sur la plasticité cristalline couplée à des techniques de transition d'échelles, tandis que la seconde est phénoménologique utilisant des modèles de comportement avancés que nous avons couplé à de l'endommagement. Le critère de bifurcation de Rice, qui est relié à la perte d'ellipticité des équations gouvernant le problème aux limites, a été particulièrement analysé au travers de ces deux approches. L'influence sur l'apparition d'une localisation de plusieurs paramètres matériau ou liés à la microstructure ainsi que l'effet de certains mécanismes déstabilisants ont été analysés. Il est mis en évidence, notamment, le rôle tout à fait essentiel de la formation de points de vertex aux points courants de la surface de plasticité dans la détection d'une localisation de la déformation plastique en bande de cisaillement. Le deuxième axe de recherche est relatif aux instabilités de type structure (flambage, plissement...). Ces phénomènes se manifestent le plus souvent en présence de structures minces ou relativement élancées. Dans ce cadre, nous proposons une approche basée sur l'étude de stabilité des évolutions quasi-statiques. Pour des matériaux sensibles à la vitesse de déformation, l'absence de bifurcation ainsi que d'états d'équilibre nous amènent naturellement à poser le problème comme celui de la stabilité de trajectoires quasi statiques. Pour les matériaux élasto-plastiques, cette approche est justifiée par le fait que bien souvent nous sommes en présence d'une évolution quasi statique, pour un trajet de chargement donné, même si chaque point de cette évolution représente un état d'équilibre. Le critère de stabilité unifié que nous proposons est donné par la positivité de la seconde variation de l'énergie totale et est valable pour des solides visco-élastiques, visco-plastiques ou élasto-plastiques. Plus récemment, nous avons étendu ce critère à des modèles à gradients. Enfin, la comparaison de ce critère avec les résultats existants relatifs au flambage plastique nous a permis de rediscuter le critère de non-bifurcation de Hill en relation avec le choix du modèle de plasticité approprié. Il est mis en évidence, de nouveau, le rôle important joué par le développement de points de vertex sur la surface de plasticité lors de la prédiction du flambage avec la théorie du module tangent élasto-plastique.*

*Le troisième axe de recherche concerne le développement d'éléments finis de type coques volumiques. L'idée de ce nouveau concept est de combiner les avantages des éléments coques et 3D pour formuler des éléments particulièrement adaptés à la simulation des structures minces. Ces nouveaux éléments de coques volumiques ont l'avantage de prendre en compte la flexion suivant une direction choisie tout en conservant la formulation classique des éléments volumiques. Ils permettent ainsi de modéliser des structures comportant des parties minces et des zones épaisses, sans les difficultés habituelles de raccord de maillage contenant des éléments coques et 3D. Leur utilisation en emboutissage est très prometteuse, en particulier pour des problèmes où les effets dans l'épaisseur sont d'importance majeure. Etant sous-intégrés, pour améliorer leurs performances, les modes de hourglass générés sont alors efficacement stabilisés par des techniques récentes. Les modes de verrouillage (membrane et cisaillement transverse) sont éliminés par des techniques de projection pouvant se mettre sous le formalisme "Assumed Strain Method".*

**Mots clés :** Modélisation, matériaux métalliques, instabilités, CLF, flambage, structures minces, éléments finis, coques volumiques, emboutissage, Assumed Strain Method