

Application de la méthode des éléments discrets aux déformations finies inélastiques dans les multi-matériaux

Robin GIBAUD

Sous la direction de Luc Salvo et Pierre Lhuissier

Mardi 28 novembre 13h00

Amphi C005 Bâtiment Ampère

Résumé : Le formage de matériaux multiphasés comprend des mécanismes complexes en lien avec la rhéologie, la morphologie et la topologie des phases. Du point de vue numérique, la modélisation de ces phénomènes en résolvant les équations aux dérivées partielles (EDP) décrivant le comportement continu des phases n'est pas trivial. En effet, de nombreuses discontinuités associées aux phases se déplacent et peuvent interagir. Ces phénomènes peuvent être conceptuellement délicats à intégrer au modèle continu et coûteux en termes de calcul. Dans cette thèse, la méthode des éléments discrets (DEM) est utilisée pour modéliser phénoménologiquement les déformations finies inélastiques dans les multi-matériaux.

Les lois d'interactions attractive-réulsive sont imposées à des particules fictives, dont les réarrangements collectifs modélisent les déformations irréversibles de milieux continus. Le comportement numérique des empilements de particules est choisi pour reproduire des traits caractéristiques de la viscoplasticité parfaite et isochore: contrainte d'écoulement, sensibilité à la vitesse de déformation, conservation du volume. Les résultats d'essais de compression de bi-matériaux simples, simulés avec la DEM, sont comparés à la méthode des éléments finis (FEM) et sont en bon accord. Le modèle est entendu pour pouvoir supporter des sollicitations de traction. Une méthode de détection de contacts et d'auto-contacts d'objets physiques est proposée, basée sur l'approximation locale des surfaces libres.

Les capacités de la méthodologie globale sont testées sur des mésostructures complexes, obtenues par tomographie aux rayons X. La compression à chaud d'un composite métallique dense est modélisée. La co-déformation peut être observées à l'échelle spatiale des phases. Deux cas de matériaux "poreux" sont considérés. Premièrement la simulation de la compression puis traction d'alliages d'aluminium présentant des pores. Ces pores proviennent du coulage du matériau, leur fermeture et ré-ouverture mécanique est modélisée, y compris la coalescence à grande déformation. Deuxièmement la simulation de la compression de mousse métallique de faible densité. Typiquement utilisée dans le but d'absorber de l'énergie mécanique, la compression jusqu'à densification provoque de nombreuses interactions entre les bras de matière.