

Séminaire

sous l'égide du programme Medicis



MatErial sustainable Development & Innovation
to Conquer Industrial and technological Sovereignty



Méthodes de *clustering* pour l'accélération des simulations multi échelles non linéaires dépendants du trajet de chargement



Pr. Julien Yvonnet

Julien Yvonnet est professeur des universités à l'Université Gustave Eiffel de Paris et membre du Laboratoire Modélisation et Simulation Multi Échelle (MSME, UMR CNRS 8208).

Ses activités actuelles portent sur la modélisation multi échelle des matériaux solides, pour des comportements linéaires et non linéaires, multi physiques, avec des effets de gradients, par des approches numériques. Les méthodes portent en particulier sur la modélisation de la fissuration dans les matériaux hétérogènes et son effet sur le comportement effectif du matériau. Les applications portent sur les matériaux du génie civil, les composites et les systèmes de récupération d'énergie.

Résumé

Une nouvelle méthode est proposée pour accélérer les calculs FE2 multi échelle non linéaires dans un cadre réputé difficile, où le comportement local est dépendant du trajet de chargement. Dans cette nouvelle approche, une réduction est réalisée non pas au niveau des calculs micro, mais au niveau du maillage macroscopique. Pour cela, les points d'intégration sont regroupés par « clusters » en fonction de leur état mécanique par la méthode k-means. Cette technique peut être apparentée à une méthode de machine learning pour réaliser une classification sans apprentissage préalable (unsupervised machine learning). Pour des points d'intégration appartenant à un même cluster, et donc supposés posséder un état mécanique proche, un seul calcul de VER est effectué. Le regroupement par cluster doit prendre en compte à la fois la déformation macroscopique et le champ de variables internes dans les VERs. Nous proposons plusieurs techniques adaptées aux problèmes anélastiques ou aux problèmes d'endommagement. Dans le premier cas, les déformations anélastiques macroscopiques sont ajoutées dans le vecteur utilisé pour réaliser le regroupement en clusters. Dans le deuxième cas, des variables d'endommagement macro, utilisant les informations du tenseur élastique homogénéisé associé au VER, sont ajoutées dans le vecteur de clustering.

Les applications concernent plusieurs cas de matériaux hétérogènes dont les constituants microscopiques possèdent des comportements dépendant de l'histoire de chargement : viscoélastiques, élasto-plastiques, et quasi-fragiles. Les gains moyens de temps de calculs sont de l'ordre de 20 par rapport à la méthode FE2 directe, en rappelant qu'aucun apprentissage préalable n'est ici nécessaire.