

SIMULATION HAUTE PERFORMANCE DES SUSPENSIONS DE FIBRES COURTES POUR LES PROCÉDES DE FABRICATION DE COMPOSITES

Résumé

L'écoulement des suspensions de fibres est un facteur déterminant dans le processus de fabrication des composites à fibres discontinues et qui détermine les caractéristiques des pièces obtenues. À ce jour, l'étude de cette problématique est un véritable défi. Dans cette thèse, nous proposons d'exploiter les moyens de calcul haute performance pour mettre en place des protocoles de simulations numériques permettant de mieux comprendre certains aspects critiques relatives à cette question. Nous présentons tout d'abord un algorithme optimisé de génération de microstructures isotropes ou orientées. L'algorithme adopté est un algorithme de type adsorption séquentielle aléatoire (ASA) permettant de placer des fibres cylindriques sans collisions. Cet algorithme a été implémenté en séquentiel dans un premier temps, un algorithme de type Octree lui a été associé dans un deuxième temps et finalement il a été parallélisé. Par conséquent, une accélération importante est obtenue et des microstructures contenant de millions de fibres sont générées. Par la suite, l'écoulement à travers ces structures est simulé en utilisant une méthode d'éléments finis stabilisés associée à une formulation multi-domaine. Le domaine de calcul est constitué par un maillage unique adapté autour des différentes phases implicitement décrites par des fonctions caractéristiques. Deux études principales sont menées : en considérant d'abord une architecture fibreuse statique et ensuite une évolution dynamique des fibres. Pour le cas statique, une méthode d'homogénéisation est appliquée et la perméabilité est déterminée par la loi de Darcy. Pour le cas dynamique, nous présentons l'évolution d'un ensemble de fibres au sein d'un écoulement Newtonien de couette. Deux approches sont testées et comparées une première avec couplage faible et une deuxième avec couplage fort.

Mots-clés : Calcul HPC, génération microstructure, suspensions de fibres, perméabilité, immersion de domaines, adaptation de maillage.