

NSIBM: un solveur parallèle de Navier-Stokes avec raffinement automatique

Daniel DURRENBERGER, iCube-Université de Strasbourg

Yannick HOARAU, iCube-Université de Strasbourg

Un des points communs des différents groupes de l'équipe MECAFLU du laboratoire iCube est la modélisation numérique de divers écoulements dans des géométries complexes : écoulements turbulents, écoulements à surface libre, interaction fluide-structure, écoulements dans les voies aériennes... À cet effet des solveurs très disparates, soit commerciaux, soit gratuits, soit sur des solveurs développés à iCube sont utilisés. Cela pose, entre autre, un problème de pérennité du savoir-faire.

Conscients du fait qu'aucun code ne pourra revendiquer l'universalité et le potentiel de faire face à toutes les problématiques possibles, nous avons développé un outil flexible, polyvalent et parallélisé de résolution d'équations de Navier-Stokes incompressibles pour des maillages cartésiens non-structurés.

Alors que le cœur d'un solveur Navier-Stokes peut être basé sur un choix relativement restreint de méthodes éprouvées, le traitement de la géométrie représente, pour des codes revendiquant une flexibilité géométrique poussée, 90% de l'investissement en terme d'effort de développement. La méthode numérique proposée, basée sur une discrétisation par volumes finis conservative, non-structurée et non conforme, vise à contourner le problème de la génération du maillage par le recours au raffinement automatique. Les géométries complexes sont traitées par la méthode des frontières immergées.

Ainsi, notre solveur, baptisé NSIBM, pour "Navier-Stokes Immersed Boundaries Method" est capable de raffiner automatiquement un maillage initial, en 2D comme en 3D, selon des critères que nous imposons: ils peuvent être d'ordre géométriques ou numériques. Ce code s'appuie sur un algorithme SIMPLE pour le couplage pression-vitesses et sur la librairie parallèle PSBLAS (<http://www.ce.uniroma2.it/psblas/>) pour la factorisation des matrices. Plusieurs schémas spatiaux (d'ordre 1 à 3) et temporels sont implémentés. Le code est parallélisé en MPI.

Nous présenterons la validation de ce solveur sur différentes configurations : la cavité entraînée, le "cylindre carré", le cylindre et la sphère dans des conditions d'écoulements stationnaires et instationnaires. Enfin nous montrerons les premiers résultats de l'application de ce nouveau code à la simulation des différents scénarii de la fonte non-sphérique d'un glaçon en mouvement libre dans un liquide.

Daniel DURRENBERGER,
iCube, Département de Mécanique
2 rue Boussingault
67000 STRASBOURG
daniel.durrenberger@etu.unistra.fr

Yannick HOARAU,
iCube, Département de Mécanique
2 rue Boussingault
67000 STRASBOURG
hoarau@unistra.fr