

Analyse de la stabilité d'un schéma semi-implicite en temps pour la résolution numérique d'un problème d'interaction fluide structure

Soyibou Sy et Cornel Marius Murea
Laboratoire de Mathématiques, Informatique et Applications,
Université de Haute Alsace,
4-6, rue des Frères Lumière, 68093 Mulhouse Cedex, France.

Résumé

Dans cet exposé, nous présentons un schéma semi-implicite en temps pour la résolution numérique d'un problème d'interaction fluide structure. Le terme semi-implicite veut dire que l'interface entre le fluide et la structure est calculée de façon explicite tandis que le déplacement de la structure, la vitesse et la pression du fluide sont calculés de façon implicite.

On suppose que le fluide est modélisé par les équations de Navier Stokes bidimensionnelles. La discrétisation en temps de ces équations est faite à l'aide d'un schéma d'Euler implicite pour la dérivée en temps et une linéarisation du terme de convection.

Pour la structure, on suppose qu'elle est gouvernée par les équations d'élasticité linéaire bidimensionnelles, dont la discrétisation en temps est faite à l'aide d'un θ -schéma d'ordre 2. Pour coupler les deux modèles, nous imposons à l'interface la continuité des vitesses et l'égalité des contraintes.

A chaque pas de temps, un problème du type "Least squares" (optimisation) est résolu par la procédure de partition de domaines, telles que la continuité de vitesses et l'égalité de contraintes soient satisfaites à l'interface. Durant la méthode itérative pour résoudre le problème d'optimisation, le maillage du fluide reste fixe, ce qui réduit considérablement l'effort de calcul.

Nous présentons aussi un résultat de stabilité inconditionnelle (indépendant du pas de temps) de l'algorithme, dont la preuve est basée sur la méthode des estimations d'énergie.

Les résultats numériques que nous présentons ici, montrent que la solution calculée à l'aide de l'algorithme semi-implicite est similaire avec celle obtenue à l'aide de l'algorithme implicite.

Enfin, pour montrer le gain de temps qu'on obtient, en utilisant des algorithmes semi-implicite à la place des algorithmes implicite, on compare les CPU des deux algorithmes.