

Méthode de pénalisation pour un écoulement incompressible autour d'un obstacle mobile.

Adrien DORADOUX, Université de Bordeaux

Vincent BRUNEAU, Université de Bordeaux

Pierre FABRIE, Bordeaux INP

Mots-clés : Pénalisation, Navier Stokes, Frontière mobile, Domaines Fictifs, Incompressible

Ces dernières années, l'utilisation de méthodes de domaines fictifs s'est largement développée dans la littérature pour décrire l'écoulement autour d'obstacles solides. Nous nous intéressons à une méthode de pénalisation L^2 [?] pour décrire l'écoulement d'un fluide incompressible autour d'un obstacle mobile indéformable $\Omega_s(t)$ se déplaçant à une vitesse v . Les équations de conservation s'écrivent :

$$\begin{cases} \nabla \cdot u = 0 \\ \frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla)u - \frac{1}{\text{Re}} \Delta u + \nabla p + \frac{1}{\epsilon} \chi_{\Omega_s(t)}(u - v) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

On montre dans un premier temps l'existence d'une solution au problème pénalisé par une méthode énergétique. Une première estimation d'erreur en fonction du paramètre de pénalisation ϵ est ainsi obtenue. Des développements asymptotiques de type WKB se basant sur des résultats issus de [?] ont pour but de préciser l'erreur commise dans le fluide, ce qui fournirait une extension du résultat obtenu dans [?] dans le cas d'un obstacle fixe.

Dans une seconde partie, des essais numériques sont réalisés en 2D sur un code différences finies (solveur lagrangien augmenté ou Projection vectorielle [?]) afin de valider l'efficacité de la méthode ainsi que sa précision. Un ensemble de cas triviaux tels que paroi mobile représentée par pénalisation ou déplacement d'un solide dans un environnement évoluant à la même vitesse ont d'abord permis de valider la méthode et de mettre en évidence la présence d'une couche limite à l'intérieur du solide. Un cas d'écoulement autour d'un cylindre instantanément mis en mouvement puis arrêté est enfin simulé et comparé à des résultats expérimentaux (vorticité) et numériques (coefficients aérodynamiques).

Références

- [1] ANGOT P., BRUNEAU C.H., FABRIE P., *A penalization method to take into account obstacles in incompressible viscous flows*, Numerische Mathematik 81(4) (497-520), 1999.
- [2] ANGOT P., CALTAGIRONE J.P., FABRIE P., *A Spectacular Vector Penalty-Projection Method for Darcy and Navier-Stokes Problems*, Finite Volumes for Complex Applications VI Problems & Perspectives, Springer Proceedings in Mathematics Volume 4, (39-47), 2011.
- [3] CARBOU G., FABRIE P., *Boundary layer for a penalization method for viscous incompressible flow*, Advances in Differential Equations 8(12), 2003.
- [4] INOUE A., WAKIMOTO M., *On existence of solutions of the Navier-Stokes equations in a time dependent domain*, J. Fac. Sci. Univ. Tokyo Sec., IA 24 (303-319), 1977.

Adrien DORADOUX, IMB, Université de Bordeaux, 351 cours de la libération 33405 Talence
adoradoux@math.u-bordeaux.fr

Vincent BRUNEAU, IMB, Université de Bordeaux, 351 cours de la libération 33405 Talence
vincent.bruneau@math.u-bordeaux1.fr

Pierre FABRIE, ENSEIRB-MATMECA, 1 avenue du Dr Albert Schweitzer B.P. 99 33402 Talence Cedex
pierre.fabrie@math.u-bordeaux1.fr